

dossier Côte d'Ivoire

Fixation de l'agriculture au nord et au centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture ?

En Côte d'Ivoire, certaines pratiques agricoles concourent à une dégradation du milieu naturel et à un accès moins facile à des terres de bonne qualité. Ces situations, plus ou moins graves selon les terroirs, préoccupent les responsables ivoiriens. L'ancien Institut des savanes (Idessa, aujourd'hui Cnra)¹ et ses partenaires de la recherche et du développement ont souhaité relever le défi de la fixation des agriculteurs sur des espaces limités dans deux zones de la région des savanes : le nord, voué à la culture cotonnière, et le centre, où la savane arbustive et les massifs forestiers sont progressivement défrichés. Pendant dix ans, des dispositifs expérimentaux de plusieurs dizaines d'hectares ont été suivis avec la participation des chercheurs, des agriculteurs et des sociétés de développement. Ces dispositifs, encore en activité, occupent les toposéquences de deux terroirs : celui de Tcholélevogo depuis 1989, près de Korhogo dans le nord, et celui de Brobo, depuis 1994, près de Bouaké au centre. Ils intègrent dans leur conception la variabilité du milieu et les réalités techniques, économiques et sociales du monde rural.

- Introduction : le cotonnier, des aspects économiques aux techniques culturales
- Gestion de terroir et techniques culturales : des solutions simples et durables pour la filière cotonnière
- Fiche technique 1 : l'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire
- Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture
- Fiche technique 2 : semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides*

Clichés H. Charpentier

H. CHARPENTIER

Cirad-ca, s/c délégation du Cirad,
BP 853, Antananarivo, Madagascar

S. DOUMBIA

Centre national de recherche
agronomique (Cnra), BP 1740,
Abidjan, Côte d'Ivoire

Z. COULIBALY

Cnra, BP 602, Gagnoa,
Côte d'Ivoire

O. ZANA

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique,
BP 151, Abidjan, Côte d'Ivoire

Remerciements

Ce dossier a pu être mené à bien
grâce à la participation active
de C. FOVET-RABOT (Cirad).

Aujourd'hui, de nombreux résultats sont disponibles. Certains répondent à des questions posées par les acteurs du développement, d'autres sont particulièrement novateurs et permettent d'envisager un changement radical des modes de culture et de l'organisation de l'exploitation. L'ensemble de ce document fait la synthèse de ces acquis, depuis les itinéraires techniques jusqu'au calcul des marges nettes, en passant par la proposition de calendriers des travaux. Des voies de recherche future sont également discutées. Trois dossiers présentent le contexte, les dispositifs et les résultats. L'introduction campe la situation de la zone nord, bassin de la production cotonnière ivoirienne, pointe les signes de baisse de fertilité des sols et souligne les difficultés exprimées par les agriculteurs ou le développement. Le dossier suivant, « Gestion de terroir et techniques culturales : des solutions simples et durables pour la filière cotonnière » décrit le dispositif et les protocoles de Tcholélévogo ; des solutions techniques et organisationnelles sont évaluées, y compris en terme d'aménagement du terroir — c'est l'objet de la fiche technique n° 1 « L'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire ». Le dossier final concerne les deux dispositifs, Tcholélévogo et Brobo, dans le cadre de techniques nouvelles fondées sur le semis direct des cultures dans une couverture végétale permanente : « Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture ». La fiche technique n° 2 « Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides* » illustre la façon de conduire ce type de système de culture.

1. L'Idessa a été restructuré en un nouvel institut : le Centre national de recherche agronomique de Côte d'Ivoire, qui a été créé en 1998, et dont la direction générale est à Abidjan (01 BP 1740, Abidjan, Côte d'Ivoire). Il comprend des centres régionaux qui couvrent les différentes zones agro-écologiques de Côte d'Ivoire. Le centre régional concerné dans cette étude est celui de Bouaké (Cnra Bouaké, 01 BP 633, Bouaké 01, Côte d'Ivoire). Dans la suite du dossier, nous garderons l'appellation Idessa dans la mesure où le projet a été lancé au départ sous l'égide de cet organisme.

Les partenaires du projet

Le dispositif de Tcholélévogo au nord de la Côte d'Ivoire a été mis en place dans le cadre d'un programme de recherche sur la fixation de l'agriculture ivoirienne lancé par la direction générale de la recherche agronomique ivoirienne. Ce programme avait pour objectif de créer un référentiel technique pour une agriculture durable fondée sur la production cotonnière.

Contexte, appuis scientifiques et financiers

L'Idessa a souhaité l'appui du Cirad pour la mise en œuvre d'un projet expérimental sur un terroir villageois en collaboration étroite avec la Cidit, opérateur en prise directe et permanente avec les producteurs. En 1988, après une campagne de diagnostic et d'enquête de terrain, les chercheurs (Idessa, Idefor, Cirad), les agents de la société de développement (Cidit) et les agriculteurs ont, en partenariat, défini les objectifs du dispositif, l'échéancier des résultats et le cahier des charges de sa mise en place sur le terrain. Pour ce dernier point, est également intervenue la Sodepra, intégrée depuis 1995 dans l'Anader. Le dispositif a été mis en place en 1989 à Tcholélévogo et les objectifs initiaux ont été maintenus jusqu'en 1993. En 1994, ils ont été réorientés sur la base de contraintes économiques nouvelles de la production cotonnière, en particulier la dévaluation du franc CFA et le désengagement progressif de la Cidit. En même temps, il a été jugé opportun de construire un autre dispositif dans le centre de la Côte d'Ivoire, à Brobo à l'est de Bouaké, pour y tester les nouveaux objectifs (figure 1.1). Aujourd'hui, les expérimentations sont poursuivies par les acteurs de la recherche et du développement ivoirien (Cnra, Idefor, Sodefor, Cidit).

Outre le soutien scientifique, technique et matériel des organismes cités, la Banque mondiale a financé les deux premières années du dispositif du Tcholélévogo ; le relais a ensuite été pris par la Caisse française de développement². Pour le dispositif du centre, les financements viennent de la Banque africaine de développement par l'intermédiaire de la Sodefor.

Signification des sigles des organismes cités

Anader : Agence nationale d'appui au développement rural, Côte d'Ivoire

Cidit : Compagnie ivoirienne pour le développement des textiles, Côte d'Ivoire

Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, France

Cnra : Centre national de recherche agronomique, Côte d'Ivoire, qui remplace l'ancien institut Idessa (Institut des savanes, Côte d'Ivoire)

Idefor : Institut des forêts, Côte d'Ivoire

Idessa : Institut des savanes, Côte d'Ivoire, aujourd'hui Cnra

Sodefor : Société de développement des forêts, Côte d'Ivoire

Sodepra : Société de développement des productions animales (aujourd'hui intégrée dans l'Anader), Côte d'Ivoire

2. La Cfd est aujourd'hui l'Afd, Agence française de développement.

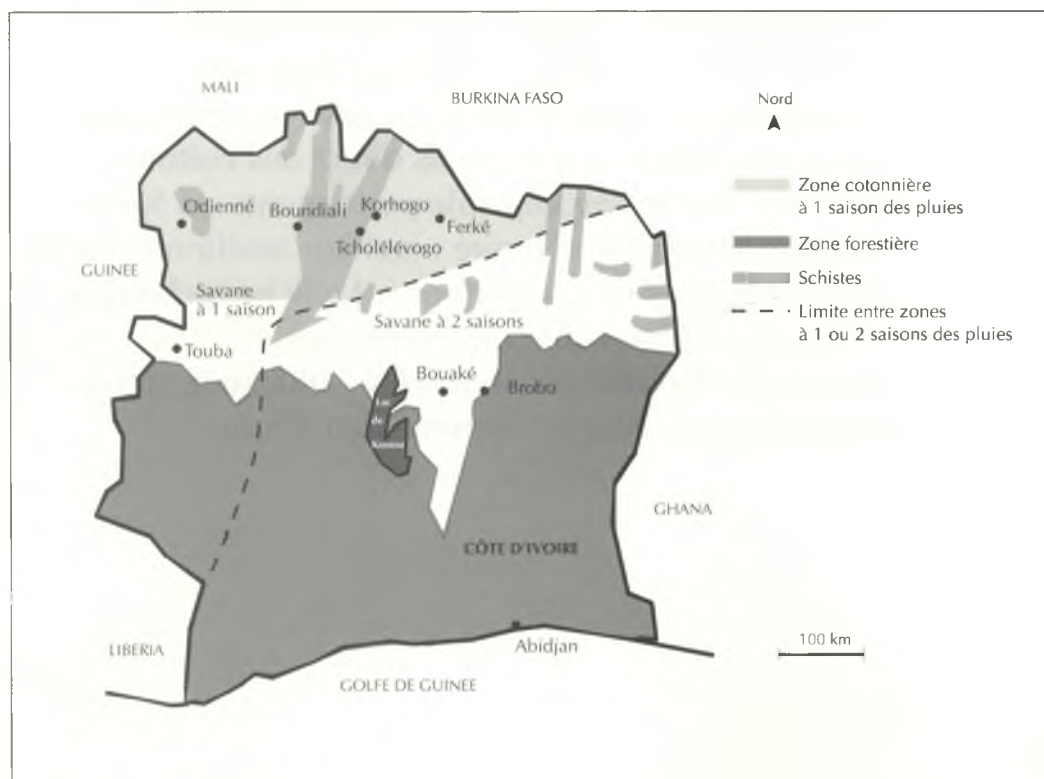


Figure 1.1.
Le nord de la Côte d'Ivoire.

Introduction : le cotonnier, des aspects économiques aux techniques culturales

Le cotonnier constitue un atout économique majeur pour la zone nord de Côte d'Ivoire. La filière est soutenue par un réseau de développement fort. Cependant, les performances techniques sont encore perfectibles, à la fois par des itinéraires mieux adaptés et par des systèmes de culture novateurs.

assure aux agriculteurs une sécurité certaine s'ils appliquent strictement les recommandations de la Cidit, uniformes pour toute la zone nord — labour de début de cycle à la charue, reprise de labour à la herse ou au canadien, semis à plat au semoir, herbicide après semis, utilisation d'intrants systématique...

Le début de l'essor : les moyens mis en œuvre

A partir de la fin des années 70, la culture cotonnière ivoirienne connaît un formidable essor : la société cotonnière Cidit est solide sur les plans financier et organisationnel, l'encadrement qu'elle assure est très appuyé sur le terrain (1 053 vulgarisateurs jusqu'en 1992), en terme de logistique, d'aide à la production, de conseil et de suivi technique. Il s'agit de produire le maximum : l'objectif de la Cidit est d'atteindre un rendement moyen régional de 2 tonnes par hectare de coton grai-

ne. La Cidit offre des crédits de campagne aussi bien pour les intrants que pour le matériel (chaîne de traction...) et les bœufs d'attelage, fournis dressés (tableau I.1) ; elle assure la formation des agriculteurs aux techniques intensives, l'encadrement pendant les campagnes agricoles et, avec la Sodepra, le suivi sanitaire des animaux. Divers intrants sont subventionnés — par exemple, les insecticides et les semences de coton sont totalement gratuits. Plusieurs orientations sont encouragées : développement de la culture attelée et même motorisée, augmentation des surfaces, exécution rapide des travaux culturaux, monoculture cotonnière tant que le sol le permet. La culture cotonnière

Une évolution rapide du paysage agricole

Pour le nord de la Côte d'Ivoire, entre 1981 et 1993, la proportion des surfaces cultivées en culture attelée est passée de 25 à 63 % (figure I.3). Depuis le milieu des années 70, la superficie moyenne cultivée par exploitation a été multipliée par 3, passant de moins de 2 hectares à plus de 6, dont la moitié en cotonnier (figure I.4). Cependant, tous les résultats ne sont pas positifs ; la pression sur la terre devient partout plus forte, la durée d'occupation des sols s'allonge, les surfaces, la durée et la qualité des jachères diminuent

Tableau I.1. Evolution de la vente d'équipement de traction animale (zones de Ferkessédougou, Korhogo, Boundiali et Odienné, données Cidit).

Année	Bœufs de trait	Multiculteurs	Semoirs « super-éco »	Charrettes	Herses
1979	20 726	7 484	317	2 963	64
1986	40 731	16 866	2 088	7 386	455
1991	69 844	31 542	10 569	13 563	4 589
1996	83 837	35 853	15 194	18 749	4 995

Le milieu naturel du nord de la Côte d'Ivoire et du terroir de Tcholélévogo

La zone de savane du nord

La zone de savane occupe la moitié nord du territoire ivoirien et recoupe deux domaines climatiques très différents : guinéen au sud et soudanien au-dessus de 8° 5' de latitude nord (figure I.1). La région étudiée ici correspond aux savanes de climat soudanien : une saison des pluies unique de 1 000 millimètres, durant les six mois de saison de culture entre mai et octobre (figure I.2). Situées sur des granites et des schistes, les unités de paysage sont constituées d'un plateau relativement plat, généralement cuirassé, et de glacis plus propices aux cultures, de 2 à 6 % de déclivité (BEAUDOU et SAYOL, 1980). Les sols sont de type ferrallitique, pauvres en bases et déficients en phosphore ; ils présentent un horizon induré (cuirasse ou carapace) à des niveaux variables, parfois affleurant ; ils se différencient par leur épaisseur et par les taux d'éléments fins et de gravillons dans les horizons supérieurs.

Ces savanes soudanienne accueillent un million de bovins, soit 90 % du cheptel ivoirien ; les conditions climatiques sont également favorables à la culture cotonnière. L'introduction du cotonnier dans les années 50 et surtout le développement de la culture attelée à la fin des années 70 ont fortement modifié les systèmes de production des agriculteurs senoufo (LE ROY, 1977 et 1992 ; BIGOT, 1979). Cette région fournit 70 % de la production nationale de coton (200 000 à 300 000 tonnes de coton graine) sur 60 % des 200 000 hectares de cotonnier du pays.

Le terroir villageois de Tcholélévogo

Le support du dispositif de recherche est le terroir villageois de Tcholélévogo, à 20 kilomètres à l'ouest de la ville de Korhogo (figure I.1). Il se situe à la limite entre les granites et les schistes

(BEAUDOU et SAYOL, 1980) dans une zone où la densité de population est moyenne, mais où le foncier est suffisamment limité pour motiver des durées d'occupation des terres assez longues. Le terroir de Tcholélévogo se compose de 20 familles agricoles, qui cultivent environ 130 hectares en culture attelée, dont la moitié en cotonnier. Le troupeau du village de 120 bovins est géré de manière communautaire et mené par un berger peul. Tous les paysans possèdent des parcelles sur le dispositif de recherche.

Les sols de Tcholélévogo : gravillonnaires et argilo-sableux

Les sols de Tcholélévogo sont de deux types très différents, les sols gravillonnaires qui dominent très largement et, plus marginalement, les sols argilo-sableux (tableau I.2). L'état de dégradation de ces sols est plus ou moins marqué selon leur histoire agricole : cultivés depuis plus de 15 ans, jachères de courte et de longue durée...

Les sols gravillonnaires sont de type sablo-argileux sur cuirasse située entre 40 et 80 centimètres de profondeur. Ils proviennent d'un socle granitique que l'on retrouve dans la région de Korhogo. Ils sont moyennement pourvus en bases et déficients en phosphore.

Les sols argilo-sableux en surface, argileux au-dessous, sont épais (la cuirasse se situe vers 1,5 m de profondeur) et non gravillonnaires. Ils proviennent d'une roche mère schisteuse. Ils sont acides, très pauvres en bases, très déficients en phosphore et la teneur en aluminium échangeable est forte. Ces sols sont battants et se compactent facilement ; ils sont plus caractéristiques des sols sur schistes dans la région de Boundiali (figure I.1).

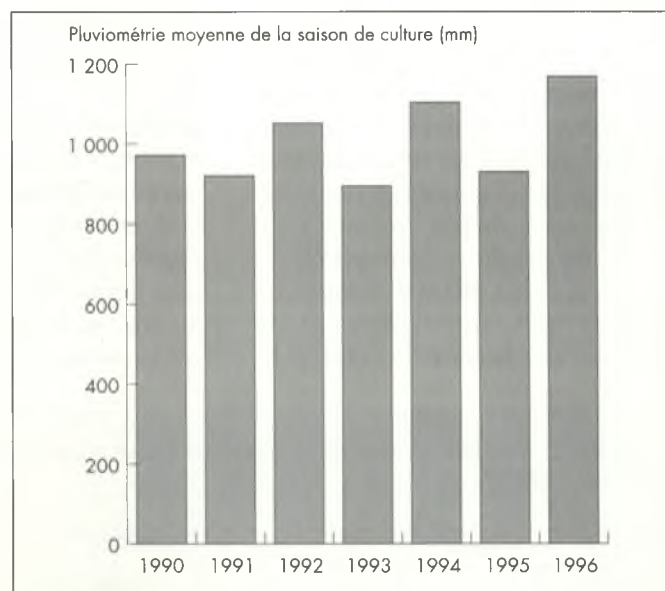
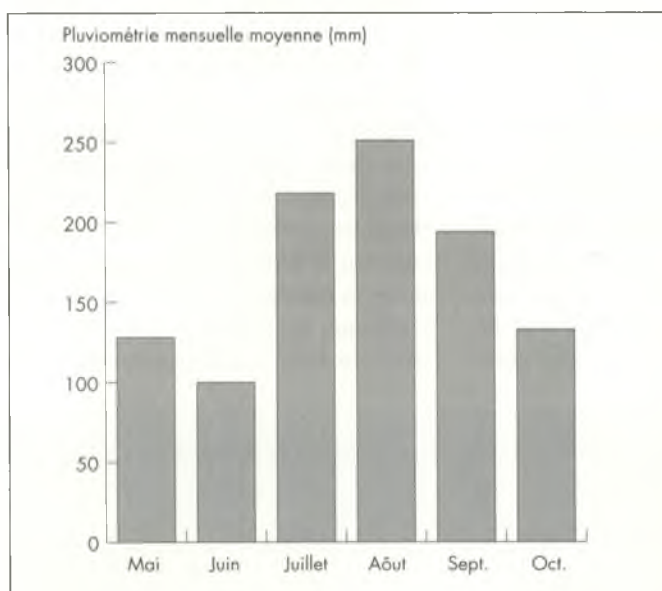


Figure I.2. Pluviométrie moyenne de la saison de culture (mai à octobre) à Tcholélévogo, de 1990 à 1996. Il faut ajouter que l'expérimentation a profité d'une forte variabilité climatique avec, en particulier, une répartition très irrégulière des pluies en 1993, 1994, 1995.

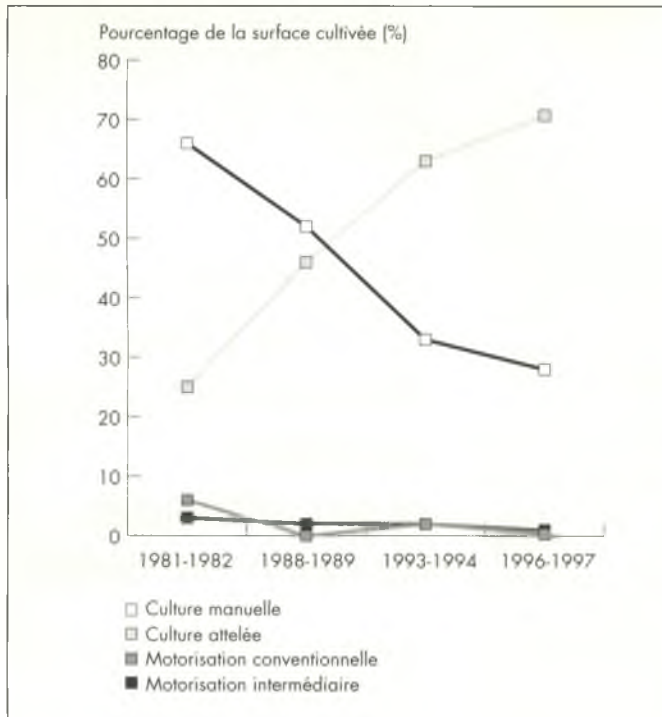


Figure 1.3. Evolution de la répartition des surfaces cultivées selon le mode de travail du sol, entre 1981 et 1996 (zones de Ferkessédougou, Korhogo, Boundiali et Odienné, données Cidit).



Le coton, pilier de l'économie régionale. Tcholélévogo.

Vue aérienne d'une partie du terroir de Tcholélévogo, au nord de la Côte d'Ivoire.



Sol battant dès la levée du riz avec la préparation faite par les agriculteurs en culture attelée : labour, hersage, semis à la volée, hersage. Tcholélévogo.

Tableau 1.2. Analyses de sol en 1988 à Tcholélevogo avant la mise en culture et à Korhogo, sur la profondeur 0-20 centimètres (CHARPENTIER, 1996).

Terroirs et sols	A %	Granulométrie L %	S %	MO %	C/N	N p. mille	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ meq/100 g	Al ⁺⁺⁺	CEC	P ₂ O ₅ Olsen ppm	pH
Tcholélévogo													
- argilo-sableux	37,00	7,50	53,5	1,14	13,13	0,64	0,56	0,28	0,05	0,90	2,36	17,68	4,60
- gravillonnaires	12,98	8,55	77,96	2,02	18,64	0,63	2,81	0,86	0,20	-	4,31	28,5	6,95
jachère ≥ 40 ans	14,33	10,35	74,96	1,58	14,58	0,63	2,20	0,46	0,19	-	3,47	26,25	6,60
- gravillonnaires													
jachère 6 ans	12,16	12,14	75,35	0,70	13,47	0,51	1,55	0,49	0,17	-	4,28	14,43	6,02
Korhogo*													

* : moyenne de 37 échantillons de parcelles cultivées depuis plus de 15 ans et qui recevront ensuite les essais soustractifs.

(CESAR et COULIBALY, 1993) ; les signes d'une dégradation des sols cultivés sont visibles particulièrement sur les parcelles de cotonnier et de riz pluvial : ruissellement, décapage de la couche superficielle du sol et griffes d'érosion. Cette évolution vers une certaine fixation de l'agriculture et des itinéraires plus intensifs ne se traduit pas par une augmentation significative des rendements. Non seulement ils sont très irréguliers, mais ils ont tendance à diminuer (figure 1.5) ; ils évoluent entre 0,8 et 1,5 tonne par hectare pour le coton graine, 1,2 à 1,8 pour le maïs, 1 à 1,6 pour le riz pluvial, 0,8 à 1 pour l'arachide, ce qui est loin des objectifs souhaités par la Cidt. La recherche et le développement prennent conscience des limites de la vulgarisation de masse et d'une démarche trop descendante. Pour l'ensemble des partenaires, il devient important de hiérarchiser les facteurs limitants de la production puis d'apporter des solutions sûres, simples et acceptables par les paysans, en fonction de leurs condi-

tions techniques et économiques propres. Le dispositif mis en place à partir de 1989 à Tcholélevogo a eu pour objectif de répondre à cette question.

Des conditions plus difficiles : trouver des solutions rentables et respectueuses de l'environnement

A partir de 1993, la Cidt connaît des restructurations et une moindre latitude financière. Si les semences de coton restent gratuites, les insecticides sont désormais payants. Le nombre d'encadreurs sur le terrain est plus faible (504 vulgarisateurs en 1993). Les responsables de la société réfléchissent à des techniques rentables pour les paysans, moins



L'utilisation du semoir monorang en culture attelée est précédée d'au moins un passage de canadien sur labour. Tcholélevogo.

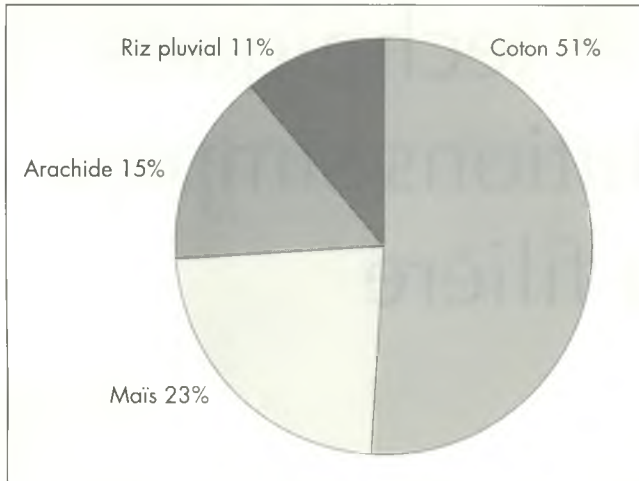


Figure 1.4. Répartition des cultures en 1988-1989 dans la zone de Ferkessédougou, Korhogo, Boundiali et Odienné (données Cidit).

Note : compte tenu des nouveaux modes de recueil des données liés à la restructuration de la Cidit, il était difficile d'obtenir des données comparables pour les années 90 ; toutefois, les observateurs s'accordent sur le fait que l'assolement est resté stable.

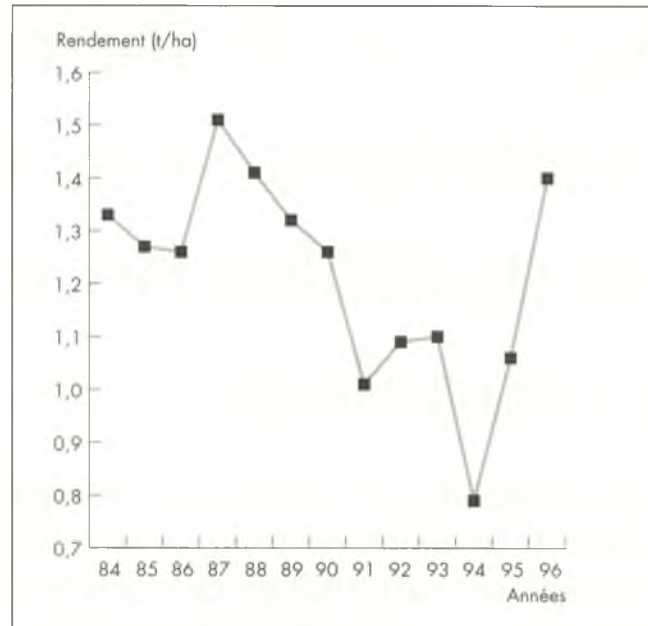


Figure 1.5. Evolution du rendement cotonnier dans le nord de la Côte d'Ivoire (zones de Ferkessédougou, Korhogo, Boundiali et Odienné, données Cidit).



Parcelles de comportement de nombreuses espèces testées comme plantes de couverture. Tcholélevogo.

onéreuses et moins intensives. C'est de ce questionnement et de ce concours de circonstances que naîtra l'idée, à partir de 1994, de tester des systèmes de semis direct sur couverture végétale permanente, qui, dans d'autres situations, ont montré qu'ils répondaient à ces contraintes. Les chercheurs avaient dès l'origine supposé certaines limites de l'agriculture conventionnelle sur le maintien à long terme de la fertilité des sols : le dispositif de Tcholélevogo comportait donc quelques parcelles de démonstration de cultures installées dans différentes espèces végétales de couverture. Les partenaires du projet avaient ainsi pu se familiariser avec ces techniques. Une expérimentation les comparant avec des itinéraires plus classiques a été mise en place non seulement en zone nord à Tcholélevogo, mais aussi en zone centre, où la Sodefor s'est montrée intéressée pour ce type d'innovation. Les premiers résultats obtenus au nord et au centre, d'ores et déjà exploitables, apparaissent positifs tant sur le plan de la rentabilité des exploitations que pour le maintien ou la restauration de la fertilité.

Gestion de terroir et techniques culturales : des solutions simples et durables pour la filière cotonnière

Les acteurs du développement ont rapidement constaté les limites techniques de la filière cotonnière : vulgarisation de masse par thème, peu efficace, impossibilité de moduler les messages techniques selon les situations, faible niveau de formation des encadreurs, difficultés à fixer durablement les exploitations agricoles à l'intérieur d'un terroir. Pour la Cidit en particulier, il apparaissait essentiel de passer du conseil à la parcelle à un autre niveau plus intégrateur, celui de l'exploitation et du terroir. C'est dans ce contexte que l'appui de la recherche a été sollicité par le développement : quelles méthodes et quels dispositifs pourraient alimenter la vulgarisation dans le but de construire une agriculture durable au sein d'un espace rural limité ?

Les partenaires, qu'ils soient issus de la recherche ou du développement — Idessa (aujourd'hui Cnra), Idefor, Cirad, Cidit, Sodepra — s'accordent sur le fait que les objectifs du projet doivent viser en premier lieu la rentabilité des exploitations, la durabilité des ressources et la formation adéquate du personnel de l'encadrement agricole. Autrement dit, en collaborant à la mise en place d'un dispositif de recherche-développement, ils attendent une démarche et des expérimentations qui soient un lieu d'apprentissage et de démonstration,

qui mettent en lumière les facteurs limitants et, enfin, qui visualisent les effets des techniques proposées ou testées sur la productivité des exploitations, sur les rendements et sur la durabilité des ressources. Le dispositif de Tcholélevogo a été construit à partir de cette réflexion et à l'issue d'un diagnostic du contexte régional. Les résultats ont abouti aux objectifs fixés au départ, qu'ils soient d'ordre méthodologique (formation et vulgarisation) ou d'ordre technique (agriculture durable et fixée).

Premier repérage : enquête sur le contexte local

L'année 1988 a été une année préliminaire d'enquêtes, de diagnostic et de conception du projet en collaboration avec les paysans, les sociétés de développement et les organismes de recherche.

Un panorama des terroirs

Chaque terroir est traditionnellement délimité et il est placé sous l'autorité d'un chef de terre. Les terroirs dont la densité de population est élevée (plus de 65 hab/km²), comme les secteurs voisins de Korhogo, sont des lieux de fixation ancienne où les familles rurales ne se sont pas déplacées. Aujourd'hui, les jeunes partent vers le sud, en particulier dans la région de Ségéla, où ils cultivent l'igname sur défriche ; demeurent les personnes plus âgées attachées à leurs terres et à leurs pratiques ancestrales. Ces terroirs, comme autour de Korhogo, constituent des îlots de résistance où le développement d'une culture cotonnière intensive a moins de prise qu'en terroir peu dense, comme Tcholélevogo (moins de 25 hab/km²). Les grands traits de cette agriculture traditionnelle sont les cultures associées (maïs, arachide, sorgho, niébé...), le travail manuel à la daba, les larges billons perpendiculaires à la pente déplacés chaque année dans la parcelle, l'enfouissement de poudrette de parc (5 t/ha/an) et des résidus de

récolte, une surface cultivée par exploitation de moins de 1,5 hectare. Cette agriculture ancienne fixée constitue la meilleure valorisation du sol et de la main-d'œuvre à l'unité de surface.

En revanche, à Tcholélevogo, le peuplement est récent (*vogo* signifie campement en sénoufo) et, en 1988, le terroir est encore ouvert : les défriches se font sur des jachères de plus de 40 ans. Un paysan sénoufo y exploite 6,5 hectares en culture attelée répartis selon l'assolement moyen suivant : 3 hectares de cotonnier, 1,5 en maïs et riz pluvial, 0,5 en arachide. Toutefois, entre 1988 et 1997, l'occupation du terroir a évolué : toutes les parcelles ont été défrichées et cultivées au moins une fois.

Enquête sur la gestion des parcelles

Une enquête sur l'état des terres cultivées et leur historique a été menée dans la zone la plus dense (autour de Korhogo) et en zone moins dense (Tcholélévogo) (CHARPENTIER, 1990). Les résultats sont particulièrement illustratifs de l'évolution agricole et nous avons pu remonter l'histoire des parcelles enquêtées à partir de 1974 à Korhogo et 1979 à Tcholélevogo (tableau II.1).

L'ouverture d'une parcelle s'est toujours faite après une jachère longue — plus de 40 ans à Tcholélevogo et plus de 10 ans à Korhogo : les agriculteurs de la région ont constaté que dix ans était le temps minimal

requis pour régénérer la fertilité. Les mises en culture les plus anciennes s'accompagnent en général des monocultures les plus longues. Le cotonnier est la culture d'ouverture sur jachère. La pratique d'une rotation assez régulière est d'emblée plus courante à Tcholélevogo qu'à Korhogo, avec le maïs, le riz pluvial et parfois le mil. L'agriculteur décide de l'interruption de la monoculture cotonnière dès que les rendements sont en baisse et que l'enherbement devient difficilement maîtrisable. Le maïs ou le riz sont alors conduits avec engrais et herbicides ; les matières actives et les travaux culturaux étant différents par rapport au cotonnier, les effets néfastes de la monoculture s'estompent et l'agriculteur peut relancer une période cotonnière. Lorsque le rendement devient trop faible, la parcelle est laissée aux femmes pour un ou deux ans d'arachide, puis remise en jachère. Certains sols sont réservés à des cultures spécifiques et, sans que cela soit significatif, il n'est pas rare de voir des monocultures de maïs ou de mil parce que l'agriculteur juge des terres « bonnes » pour telle ou telle culture.

L'emploi de la traction animale, tout comme les engrais et les pesticides, est différent selon l'ancienneté des terroirs. Alors qu'à Korhogo, la majorité des parcelles ont d'abord été travaillées en culture manuelle sur billons, à Tcholélevogo, l'ouverture après jachère a le plus souvent été suivie de l'utilisation de la traction animale à plat sans billon (tableau II.2).

Tableau II.1. Quelques données sur la gestion des cultures dans les terroirs de Korhogo et de Tcholélevogo (d'après l'enquête de 1988, CHARPENTIER, 1990). Les pourcentages indiquent la proportion de parcelles concernées, toutes cultures confondues.

	Zone dense Korhogo	Zone peu dense Tcholélevogo
• Nombre parcelles enquêtées	28	60
• Durée de jachère avant mise en culture	10 à + de 40 ans	≥ 40 ans
• Mise en culture (%)		
- avant 1975 et 1975	18	0
- entre 1976 et 1980	50	7
- entre 1981 et 1985	96	65
- entre 1986 et 1989	100	100
• Retour à la jachère	0	0
• Monoculture cotonnière (%)		
- moins de 5 ans	40	92
- 5 ans	11	3,3
- 6 ans et plus	46	1,6
• Autres cultures (parcelles n'ayant jamais reçu de coton)	7	1,6
• Parcelles en rotation régulière (coton 1/2 ou 2/3) (%)	3,5	66

Tableau II.2. L'évolution de la traction animale selon l'ancienneté des terroirs (Korhogo et Tcholélevogo, d'après l'enquête de 1988, CHARPENTIER, 1990). Les pourcentages indiquent la proportion de parcelles concernées, toutes cultures confondues.

	Zone dense Korhogo	Zone peu dense Tcholélevogo
• Nombre parcelles enquêtées	28	60
• Ouverture après jachère en culture manuelle (%)	79	38
• Culture manuelle en 1985 (%)	25	5

Evaluation de la fertilité chimique

Parallèlement à l'enquête de gestion des terres, une cinquantaine d'essais soustractifs ont été implantés chez les agriculteurs dans les secteurs denses autour de Korhogo, où les problèmes de fertilité des sols apparaissent fortement (CHARPENTIER, 1990). Les sols sont en majorité de type gravillonnaire. Le choix des parcelles a pris en compte la variabi-

lité des situations agricoles et naturelles. Les résultats se résument ainsi, pour les cultures de maïs et de cotonnier sur sols gravillonnaires : aucune réponse n'est observée par rapport à l'acidité (pH eau de l'ordre de 6) et la réponse reste nulle à faible par rapport à la potasse. Ce n'est ni l'acidité ni la potasse qui constituent les facteurs limitants d'ordre chimique, mais le phosphore et l'azote.

Conclusion : de l'enquête au diagnostic

Ces enquêtes préliminaires et rapides donnent un aperçu historique de l'occupation et de la gestion des terroirs. Elles éclairent le diagnostic agronomique qui, avec les acquis antérieurs des recherches menées par l'Idessa, sera le point de départ de la conception des dispositifs.

Le diagnostic agronomique : de la parcelle au paysage

A l'issue des enquêtes précédemment décrites, des tours de champs et des discussions avec les agriculteurs et avec la Cidit, plusieurs problèmes peuvent être hiérarchisés, qui sont liés à la gestion du calendrier cultural, au travail du sol, à la monoculture, aux techniques culturales, à l'élevage, à l'aménagement du terroir et à la culture motorisée. Certains d'entre eux n'étaient pas forcément perçus par les acteurs et des recommandations particulières pouvaient manquer, du fait de l'unicité des messages vulgarisés.

Des équipements et un calendrier cultural incompatibles

Le suivi d'un calendrier cultural optimal est jugé par tous les intervenants comme une condition majeure car il

détermine aussi bien la réussite de la campagne que la préservation du sol à long terme. L'emploi de la culture attelée induit des difficultés d'organisation du travail qui entraînent une mauvaise mise en culture, avec tous ses corollaires - couverture du sol trop tardive, battance, ruissellement et érosion, mauvais développement des plantes, attaques par les maladies et les ravageurs, concurrence des adventices, rendements faibles.

La majorité des paysans ne possède qu'une chaîne d'outils de culture attelée et, sur une exploitation de 6,5 hectares, les travaux de mise en place ne peuvent pas être effectués aux périodes recommandées, entre début mai et mi-juin. Il faut en effet 27 jours pour labourer l'ensemble de l'assolement (16-17 heures pour un hectare à raison de 4 heures par jour) et, de plus, les conditions de bonne humidité ne sont réunies que pendant 3 ou 4 jours après une pluie significative. Il est matériellement impossible de réunir ces conditions

pour achever les semis avant mi-juin. La préparation des terres est donc souvent réalisée rapidement, en sol trop sec ou trop humide ; les semis sont très étalés dans le temps, jusqu'à fin juillet ; les travaux d'installation finissent par se chevaucher avec l'entretien des premières parcelles semées et de nombreuses terres sont à nouveau enherbées avant le semis. Les variétés cultivées, en particulier de riz pluvial, d'arachide et de cotonnier, ont des cycles relativement longs (jusqu'à 130 jours) et leurs rendements sont très bas dans le cas des semis tardifs.

Le travail du sol, une cause grave d'érosion s'il est mal réalisé

L'itinéraire type est classique et directement extrapolé de techniques agronomiques connues en régions tempérées (tableau II.3). La reprise du labour à la herse ou au canadien



Passage de canadien sur labour avant le semis au semoir monorang. Tcholélevogo.

Tableau II.3. L'itinéraire technique recommandé par la Cidit, dans l'ordre chronologique des opérations : un message uniforme et surtout orienté vers la culture cotonnière.

Engrais de fond complet : 200 kg/ha 10 N - 18 P - 18 K - 6 S - 1 B

Labour

Reprise du labour en 1 ou 2 passages à la herse ou au canadien

Semis au semoir monorang

Herbicide de pré-levée

Apport d'azote à 45 jours après le semis : 50 kg/ha d'urée

6 traitements insecticides sur calendrier conventionnel : 1 traitement tous les 14 jours à partir du 45^e jour après le semis

est nécessaire pour un travail à plat, avec semis du cotonnier au semoir monorang et semis du riz pluvial à la volée. Cette étape, dont le but est d'affiner au maximum le lit de semence, a des conséquences néfastes très visibles sur la plupart des parcelles cotonnières et rizicoles en traction animale. Elle crée les conditions pour que se développent, dès les premières pluies, les processus de battance, de ruissellement, d'érosion et de prolifération des adventices (VALENTIN et JANEAU, 1990). En revanche, les cultures sur billons, comme l'arachide et souvent le maïs, ne présentent pas ces inconvénients, que ce soit en culture manuelle ou en traction attelée.

La monoculture cotonnière : une assurance à court terme ?

La monoculture cotonnière est couramment pratiquée : l'intérêt des rotations culturales est d'autant moins perçu par les agriculteurs qu'ils cherchent à répondre à des contraintes économiques au détriment d'une bonne gestion agronomique (CHARPENTIER, 1989). L'effet directement perceptible est l'envahissement de plus en plus difficile à maîtriser de certaines adventices qui sont peu sensibles à l'herbicide vulgarisé, employé d'une année sur l'autre. Citons en particulier *Brachiaria lata* (20 à 25 % des pieds

échappent à l'action herbicide) et les espèces suivantes, pour lesquelles 7 à 10 % des pieds ne sont pas touchés par l'herbicide : *Brachiaria deflexa*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Setaria pallide-fusca*, *paspalum orriculare*, *Rottboellia exaltata*, *Commelina benghalensis*, *Ipomoea eriocarpa*, *Borreria scabra*, *Mariscus alternifolius*, *Cassia obtusifolia*. Le second effet, visible à moyen terme, est la baisse des rendements, pour laquelle les processus ne sont à priori pas totalement déterminés.

L'intensification, une notion uniforme ?

La vulgarisation concerne surtout la culture cotonnière et, dans une moindre mesure, la riziculture. Les agriculteurs modulent par eux-mêmes le message uniforme relatif à la culture cotonnière : tout dépend de l'enherbement, des quantités récoltées et de la trésorerie. L'agriculteur joue sur ce qui lui paraît ajustable à son niveau, c'est-à-dire les doses d'engrais et d'herbicide de pré-levée.

Il diminue les doses d'engrais complet et d'urée quand le sol paraît bon, jusqu'à ne pas en mettre lorsque les récoltes sont excellentes, ou, inversement, il les augmente quand le rendement stagne — des parcelles sont ainsi fertilisées à 300 kg/ha d'engrais complet, alors que 200 sont préconisés. L'engrais est

finalement, pour l'agriculteur, la seule possibilité de gérer le niveau de production, alors que le facteur limitant peut être tout autre que la fertilité chimique.

Pour l'herbicide de pré-levée, le sous-dosage (demi-dose) est courant pour des raisons économiques et techniques : calendrier cultural, manque de matières actives diversifiées en pré-levée et absence d'itinéraire en post-levée. Là encore, l'agriculteur n'a pas d'alternative ni de solution de récupération en cas d'échec. Le seul moyen de reprendre sa parcelle est le sarclage manuel, ce qui peut devenir incompatible avec le calendrier des travaux. Par exemple, en riz pluvial, l'herbicide de pré-levée coûtait 20 000 francs CFA avant dévaluation (40 000 francs CFA aujourd'hui) ; c'est un risque financier élevé en début de campagne que certains agriculteurs préfèrent diviser par deux et il en résulte une inefficacité presque totale.

Le système de vulgarisation ne permet à l'agriculteur qu'un choix limité par rapport au niveau de production, à la maîtrise de l'enherbement et à la gestion du calendrier des travaux : variation des doses de l'engrais ou de l'urée, sous-dosage ou suppression du seul herbicide recommandé. Il aurait donc besoin d'innovations simples qui élargiraient sa marge de manœuvre et seraient ciblées sur les véritables problèmes.

La place de l'élevage : une question socio-culturelle

Les troupeaux présents dans la région, de façon constante ou saisonnière, ont plusieurs origines. Le troupeau du village de Tcholélevogo comprend environ 120 bovins, dont la gestion est confiée par la collectivité à un berger peul. Les troupeaux sédentaires comptent plusieurs centaines de têtes par unité ; ils appartiennent soit aux Peuls vivant sur place, soit aux notables des grandes villes proches et, dans ce dernier



Troupeau du village de Tcholélevogo mené par un Peul.

cas, ils sont gardés par les Peuls. Les grands troupeaux transhumants — de 1 000 à plusieurs milliers de têtes par troupeau guidées par les Peuls — proviennent surtout du Mali et de l'extrême nord de la Côte d'Ivoire. Ainsi, les Peuls ont un pouvoir politique et économique fort, quasiment inattaquable par les paysans : non seulement ils sont propriétaires de nombreuses bêtes et ils gardent celles des notables citadins, mais ils détiennent aussi le marché régional de la viande.

A Tcholélévogo, plusieurs facteurs concourent à une gestion de plus en plus délicate et conflictuelle de l'élevage : l'accroissement des surfaces cultivées, l'augmentation du cheptel bovin de traction, la présence forte des grands troupeaux transhumants et sédentaires. La divagation des animaux sur les parcelles récoltées est systématique et incontrôlée. Des comptages ont été effectués après la récolte du coton sur les 130 hectares du terroir : plus de 500 bovins passent chaque semaine sur l'ensemble des parcelles cultivées. Le cotonnier devient le pivot de l'organisation agraire : on ne trouve plus de culture dont le cycle serait plus long car elle serait broûtée par les animaux, comme l'igname, qui a ainsi disparu du paysage. Enfin, en saison sèche, le troupeau villageois effectue des circuits d'un ou de plusieurs jours, selon les ressources fourragères disponibles, pour trouver sa nourriture et rejoindre les points d'eau — barrages installés depuis longtemps dans la région par la Sodepra.

Il résulte de ces divers modes de conduite des troupeaux de grandes difficultés à gérer les résidus de récolte, les cycles de culture plus longs que celui du cotonnier, l'implantation de cultures fourragères ou l'installation de plantes pérennes. L'emploi des barbelés, en dehors du coût et de l'entretien, a toujours été un échec : les éleveurs n'en tiennent pas compte et les coupent, considérant que ceux-ci sont placés sur des passages ou qu'ils empêchent les animaux d'accéder à une ressource fourragère légitime.

Ces questions sont fortement évoquées par les agriculteurs, qui sont très demandeurs de haies d'épineux résistants au feu, difficiles à couper et peu appréciés.

Les aménagements antiérosifs

A l'exception des karités (*Butyrospermum parkii*) et des nérés (*Parkia biglobosa*) isolés sur les blocs de culture et des plantations de manguiers installées en fin de rotation culturale, l'arbre disparaît peu à peu du paysage senoufo, sous l'effet conjugué des défrichements, des feux de brousse et de la divagation des animaux. Les résidus de récolte sont en grande partie consommés par les bovins, sédentaires ou transhumants, qui divaguent sur les parcelles dès la récolte du coton terminée ; cela rend impossible l'implantation de cultures fourragères permanentes. Les feux de brousse non contrôlés passent aussi régulièrement dans les blocs de culture en saison sèche. L'érosion s'installe dès les premières années d'exploitation sur des pentes entières couvertes essentiellement par des cultures pendant 4 à 6 mois de l'année.

La Cidit, soucieuse des problèmes d'érosion, a mis en place depuis 1983 un programme pluriannuel d'aménagement d'unités de paysage au sein des terroirs. Les cordons anti-érosifs, faits au grader sans remaniement des sols, sauf à leur emplacement, suivent les courbes de niveau lissées. Ces travaux ont été précédés, si nécessaire, par un défrichement au treuil manuel. Tcholélévogo faisait partie, en 1989, des terroirs prioritaires : c'est dans ce cadre que 115 hectares y ont été aménagés, dont une partie destinée au dispositif de recherche-développement.

Ce programme d'aménagement est du domaine du génie rural, sans conseil pour l'entretien, alors que les problèmes majeurs rencontrés par les paysans sont l'enherbement (impossible à maîtriser, source de

salissement des parcelles), la multiplication d'animaux nuisibles (rats, serpents...) et la propagation des feux — le feu suit les cordons couverts de grandes herbes sèches et se propage dans les terroirs. Egalement, les plantations des cordons en *Gmelina* sp. rabattu périodiquement pour former une clôture serrée empêchant la divagation du bétail se sont révélées inopérantes car très sensibles au feu. Globalement, les recommandations sur l'entretien des cordons et sur la fermeture des terroirs restent à promouvoir : fixer l'aménagement, lutter contre la flore adventice et utiliser ces cordons à des fins spécifiques (fermeture des parcelles, production de fourrages, de fruits et de bois)...

Les motivations économiques : l'assurance coton et les prix agricoles

L'économie régionale est fondée sur le coton. Pour les exploitants, le coton graine est la seule production dont ils savent avec certitude qu'elle sera vendue. Toutefois, le prix reste variable et très dépendant des cours mondiaux : cela n'engage pas les paysans vers une gestion à long terme de leur exploitation. En principe, les agriculteurs, par l'intermédiaire de la Cidit, connaissent les estimations probables du prix et déterminent alors leur emblavement. Cette insécurité relative sur le prix a été particulièrement marquée au moment de la dévaluation du franc CFA (1994) : non seulement aucune prévision n'était possible mais les prix des intrants étaient en forte hausse et les insecticides devenaient payants (tableau II.4). Il s'en est suivi une chute des surfaces cotonnières, rééquilibrée depuis.

Peu ou prou, quelles que soient les conditions économiques, le cotonnier occupe toujours au moins la moitié des surfaces en culture. Toutefois, l'évolution de la filière cotonnière ivoirienne dépend aussi

Tableau II.4. Indication de prix d'intrants avant et après la dévaluation du franc CFA, en francs CFA par unité (CHARPENTIER, 1996).

Intrant	Avant dévaluation (moyenne 1989-1993)	Après dévaluation (moyenne 1994-1995)
Engrais complet 10 N-18 P-18 K-6 S-1 B	106	185
Urée	94	160
Herbicide Cotodon (I)	3 000	6 450
Insecticides vulgarisés (6 traitements/ha)	0	33 840
Paire de bœufs	dressée 220 000	non dressée 200 000
Multiculteur Arcoma	125 000	186 000
Herse Zig-zag	50 000	83 000
Semoir Super-éco	110 000	172 000
Charrette	145 000	182 000

des contraintes rencontrées par l'opérateur principal, la Cidt : cette société se désengage progressivement depuis 1993 au profit de la création de groupements villageois coopératifs pour l'approvisionnement en intrants (engrais, herbicides, matériel) et, à plus long terme, pour la collecte du coton. Actuellement, la perspective de privatisation de la Cidt, prévue pour la fin des années 90, peut encore changer le paysage socio-économique de l'agriculture du nord de la Côte d'Ivoire.

Du côté des cultures vivrières, les débouchés sur les marchés locaux sont fonction de l'offre, et donc de la production de l'année : les agriculteurs définissent l'assolement de la campagne suivante selon les prix qui ont été pratiqués l'année précédente. Il est difficile d'établir des tendances. En 1982, de nouvelles varié-

tés de riz à cycle moyen ont été introduites (Iguape Cateto, IAC 165...) : elles ont très vite été adoptées pour remplacer avantageusement la variété Moroberekan à cycle long (150 jours) dont les résultats étaient irréguliers. Ce changement technique explique l'essor du riz pluvial à partir du milieu des années 80. Jusqu'en 1995, malgré la dévaluation du franc CFA, le prix du riz pluvial a augmenté sur les marchés locaux plus vite que celui du maïs ; de fait, cette culture a semblé prendre le pas sur le maïs. La situation est moins marquée depuis : on a vu la production de maïs de 1996 bien rémunérée, ce qui a motivé les agriculteurs pour préférer cette culture en 1997, d'autant que les coûts de production du riz pluvial sont très supérieurs à ceux du maïs — plus d'herbicide et de sarclages, temps de

travaux d'entretien et de récolte supérieurs, risque climatique plus grand. Le riz pluvial garde cependant son importance parce qu'il est largement autoconsommé. Enfin, un autre facteur intervient dans le balancement entre ces deux céréales : le maïs ne bénéficie pas de prix fixé par l'Etat alors que le riz est soutenu par un prix plancher officiel.

La mise en place du dispositif semi-contrôlé en milieu paysan

A l'issue des enquêtes préliminaires et des diagnostics agronomiques et économiques, les partenaires ont clarifié les objectifs attendus du dispositif de recherche, ils ont défini le cahier des charges de sa construction et de son exploitation et ont tracé les orientations à poursuivre pour la vulgarisation à partir des premiers résultats acquis.

Les grands objectifs

Les grands objectifs sont contenus dans quelques mots-clés : facteurs limitants, réponses techniques durables, efficacité, simplicité des messages. Pour les partenaires, il s'agit bien d'apporter des solutions à des difficultés de terrain qui grèvent la durabilité des ressources naturelles et la rentabilité de la filière cotonnière. Ils peuvent être résumés ainsi :

- travailler avec des méthodes participatives à chaque étape du processus de création, d'adaptation puis de diffusion des techniques ou des idées nouvelles ;
- créer un support de formation qui intègre l'évolution des systèmes de culture, de façon à ce que les stagiaires ou les visiteurs puissent l'observer d'une année à l'autre ;
- construire le dispositif de façon à ce que chaque facteur limitant soit visible et comparable dans différentes situations et de façon à ce que



Ici, les herbicides de pré-levée utilisés dans l'itinéraire vulgarisé ont une rémanence qui dépasse rarement un mois : cela suppose en général des sarclages en cours de végétation. Tcholélevogo.

les effets des solutions proposées soient évidents ;

- montrer qu'un thème isolé n'est pas utilisable en l'état et que ce sont les interactions entre tous les thèmes qui vont permettre d'élaborer les messages ; les interactions doivent donc être visibles sur les parcelles du dispositif ;

- résoudre les problèmes mis en évidence lors du diagnostic avec des techniques simples, véhiculées dans des messages clairs, compréhensibles par les encadreurs et qui leur permettent de conseiller l'agriculteur dans sa situation propre ;

- atteindre durablement 2 tonnes par hectare de coton graine en moyenne avec la traction animale ;

- montrer que la fixation de l'agriculture au sein d'un terroir peut être un facteur de protection des ressources et peut apporter une vision à long terme pour une agriculture durable.

La démarche adoptée

La démarche de recherche-développement appliquée s'appuie sur la méthode de création et diffusion d'innovations agronomiques mise au point par le Cirad au Brésil (SEGUY *et al.*, 1996). Elle permet de comparer pendant plusieurs années, sur des unités de paysage qui recoupent la variabilité du milieu physique de la région, l'intérêt agronomique et économique de différents systèmes de culture. Le système de référence est celui pratiqué par l'agriculteur.

Le dispositif de recherche est constitué de parcelles de taille comparable à celles des exploitations. Il couvre les unités de paysage représentatives du terroir villageois qui l'héberge. Les parcelles sont gérées par les paysans eux-mêmes, en collaboration avec la recherche et le développement, selon les termes d'une contractualisation précise. Ce type de dispositif permet, sur un laps de temps suffisant, d'apprécier les performances agronomiques réelles et de mesurer des paramètres techniques (temps de travaux) et économiques (marge nette et valorisation de l'heure de travail).

Tout en gardant une gamme représentative de systèmes témoins, les systèmes testés peuvent être à tout moment modulés en fonction des changements techniques et économiques, que la recherche doit anticiper en offrant un éventail très large de solutions : c'est pour cela que le dispositif inclut des espaces réservés à des essais thématiques classiques spécifiques à chaque système de culture : fertilisation minérale, poudrette de parc, variété, herbicide, date d'opération culturale...

L'ensemble des résultats obtenus aussi bien sur grandes parcelles qu'en essais thématiques peut être ensuite extrapolé aux exploitations agricoles voisines, ce qui permet ensuite d'élaborer un véritable conseil technique.

L'intérêt des essais thématiques au sein du dispositif

Les essais thématiques permettent de multiplier le nombre de facteurs par thème de recherche : ils décomposent et hiérarchisent les facteurs de production et sont liés aux grandes parcelles par des thèmes communs. Ils prennent en charge, dans de petites parcelles, de nombreuses innovations ou ajustements avant de les tester en vraie grandeur. Par exemple, les grandes parcelles comprennent trois niveaux de fertilisation : vulgarisé, amélioré (tout en restant acceptable par les paysans), maximal (gommant tout effet d'alimentation minérale pour obtenir des résultats correspondant au potentiel climatique). Les essais thématiques, eux, croisent différentes combinaisons qui permettront, à terme, d'ajuster les niveaux d'amélioration et de moduler le conseil à l'agriculteur. Les essais thématiques évitent ainsi de diviser les grandes parcelles ou de les multiplier inutilement : dans le premier cas, les résultats obtenus sur des surfaces de plus en plus réduites n'auraient plus de validité par rapport à la pratique agricole, dans le second cas, le dispositif

deviendrait ingérable et mal accepté par les paysans.

Le dispositif est donc conçu avec des surfaces supplémentaires ouvertes qui tournent avec la rotation ; elles peuvent servir, le cas échéant, à installer de nouveaux essais sur un problème qui surgit une année.

Le cahier des charges : contractualisation recherche-développement et agriculteurs

Le chef de terre (*tarfo* en senoufo) a tout pouvoir sur la distribution des terres : c'est donc à lui que se sont adressés les promoteurs du dispositif pour définir, dans l'ordre de priorité, l'ouverture du site sur jachère, l'aménagement, le parcellaire, la matrice des rotations et les techniques de travail du sol (traction animale, motorisation). La recherche a proposé des schémas bien identifiés des rotations au sein du site. Une fois le plan du site établi avec le chef de terre, la Cidit et les chercheurs, la distribution des parcelles s'est faite en dehors de toute intervention extérieure. Le chef de terre a présenté le projet devant les villageois — agriculteurs, notables, sages et chef du village. Les discussions ont duré plusieurs semaines avant qu'un consensus d'installation soit finalisé.

Ensuite, les agriculteurs et les promoteurs ont passé un contrat tacite d'exploitation, sur lequel aucun des protagonistes n'est revenu. Le système traditionnel, c'est-à-dire celui qui est pratiqué couramment par ces agriculteurs, est considéré comme le témoin. Tout système dont le revenu serait inférieur est indemnisé à hauteur du témoin. L'Idessa fournissait tous les intrants, remboursés ensuite sur la vente du coton graine en accord avec la Cidit (crédit de campagne à 0 %). Le calcul des revenus était fait en présence des agriculteurs, en comptabilisant toutes les charges effectives et la recette de la totalité des récoltes. Le matériel est celui des agriculteurs. Pour les par-



Les essais thématiques en *split-plot* : fertilisation minérale, fumure organique, deux variétés de riz pluvial. Tcholélevogo.

celles qui ne rapportaient rien à l'agriculteur, comme l'installation de plantes de couverture seules, tous les intrants ont été pris en charge et le paysan acceptait en général d'effectuer les opérations culturales. Quant aux expérimentations liées à la culture motorisée, la chaîne d'équipement a été mise à disposition par l'Idessa (coût d'utilisation matériel et tractoriste : 35 000 FCFA/ha).

Chaque grande parcelle élémentaire couvrait 500 à 1 000 mètres carrés sans répétition ; les mesures de rendement ont été faites sur chacune d'elle, d'une part à partir de 5 carrés de rendement et, d'autre part, en pesant l'ensemble de la récolte.

Quant aux essais thématiques, ils ont été menés en *split-plot* à trois répétitions dans chaque unité de paysage, la surface de la parcelle élémentaire étant de 30 à 50 mètres carrés. Ils couvraient chaque année une superficie globale d'environ 1,5 hectare.

La construction du dispositif

En 1989, trois toposéquences de 15 hectares chacune ont été ouvertes et aménagées contre l'érosion sur des jachères de 6 ans et de plus de 40 ans (figure II.1). Deux d'entre elles sont sur sols gravillonnaires — jachères de 6 ans et de plus de 40 ans — et l'une sur sol argilo-

sableux — jachère de plus de 40 ans. Par ailleurs, une toposéquence cultivée depuis 15 ans, que les paysans envisageaient de remettre en jachère, a été reprise pour y installer un pâturage d'une vingtaine d'hectares à *Stylosanthes hamata* et *Panicum maximum*.

Les actions d'aménagement ont mobilisé tous les partenaires du développement agricole de cette région (Cidt, Sodepra, Idefor, Idessa) pour la maîtrise d'œuvre et la conception proprement dites. Les glacis ont été aménagés contre l'érosion par la confection d'ados, installés suivant les courbes de niveau (absorption totale de l'eau) et fixés par des espèces arbustives ou arborescentes. Les quatre unités ont été clôturées par des haies vives d'épineux,

elles-mêmes ceinturées par des pare-feux. La fiche technique n° 1 « L'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire » détaille le processus.

Le protocole agricole opérationnel

A l'intérieur de ces aménagements, les systèmes de culture ont été conçus à partir du diagnostic agronomique initial et en concertation avec les sociétés de développement et les agriculteurs. La matrice des systèmes de culture (figure II-2) inclut le système de référence, qui est celui pratiqué couramment dans la région, et de nouveaux systèmes, bâtis à partir des éléments suivants :

- des rotations de cultures dont le pivot est le coton, avec des cultures déjà pratiquées par les agriculteurs (riz pluvial, maïs, arachide), ou nouvelles pour eux (soja) ;
- des modes de gestion avec travail du sol et des utilisations diversifiées d'outils de culture attelée et de culture motorisée ;
- des modes de gestion sans travail du sol (zéro labour) ;
- des niveaux d'intensification progressifs jouant sur la fertilisation, les variétés et la lutte contre l'enherbement et les insectes.

A ces systèmes, s'ajoutent des parcelles d'espèces susceptibles d'être testées comme couvertures végétales permanentes et dans lesquelles ont été semées des lignes de différentes



Troupeau du village de Tcholélevogo.

Figure II.2. Matrice des systèmes de culture définie par l'Idessa en 1989 pour Tcholélévogo.

Situation de départ	Type de sol	Rotation	Parcelle en grandeur réelle		Essais thématiques (avec itinéraire T1) en split-plot à 3 répétitions
			Mode de gestion du sol	Niveau d'intensification	
Jachère de plus de 40 ans (longue restauration)	sablo-argileux gravillonnaires	Coton-coton-coton... Coton-riz-coton... Riz-coton-riz... Coton-mais-coton... Mais-coton-mais... Coton-arachide-coton... Arachide-coton-arachide... Coton-soja-coton... Soja-coton-soja...	T0, T1, T3	FV F1 F1H F2H F2HI +	Essais fertilisation : • factiels NPK (= F1) + Fv • splités avec fumure organique FO, avec variétés améliorées et traditionnelles
	argilo-sableux	Riz-coton-niébé... Niébé-riz-coton... Coton-niébé-riz... Mais-coton-niébé... Niébé-mais-coton... Coton-niébé-mais...	T2 et T4 sur sols argilo-sableux seulement	variétés améliorées et variétés traditionnelles	
Jachère de 6 ans après 15 années de culture (courte restauration)	sablo-argileux gravillonnaires				Essais variétés x (F1 et F2) Essais herbicides x (F1 et F2)

L'année 1 est une année d'homogénéisation

1 mode de gestion des sols, 1 niveau de fertilisation, 1 variété.

Les traitements de gestion du sol

T0 : itinéraire du paysan (ce qui se fait ou ce qui est vulgarisé, cas du cotonnier)

T1 : semis sur labour sans reprise en traction animale

T3 : zéro labour (semis direct sur les résidus de culture)

T2 : semis sur labour sans reprise en motorisation conventionnelle

T4 : travail aux disques en culture motorisée conventionnelle

Les niveaux de fertilisation

Fv fertilisation vulgarisée :

- fumure de fond sur cotonnier et céréales (20 N - 36 P - 36 K)

- azote en végétation (23 N sur cotonnier, 46 N sur céréales)

- pas de fertilisation sur les légumineuses

F1 : Fv + 33 P (+ 23 N sur cotonnier)

F2 : F1 + 500 kg/ha de phosphate tricalcique tous les 3 ans sur sols gravillonnaires,

les 3 premières années sur sols argilo-sableux

Fumure organique

5 t/ha de poudrette de parc chaque année

H : herbicides

I : protection totale contre les insectes

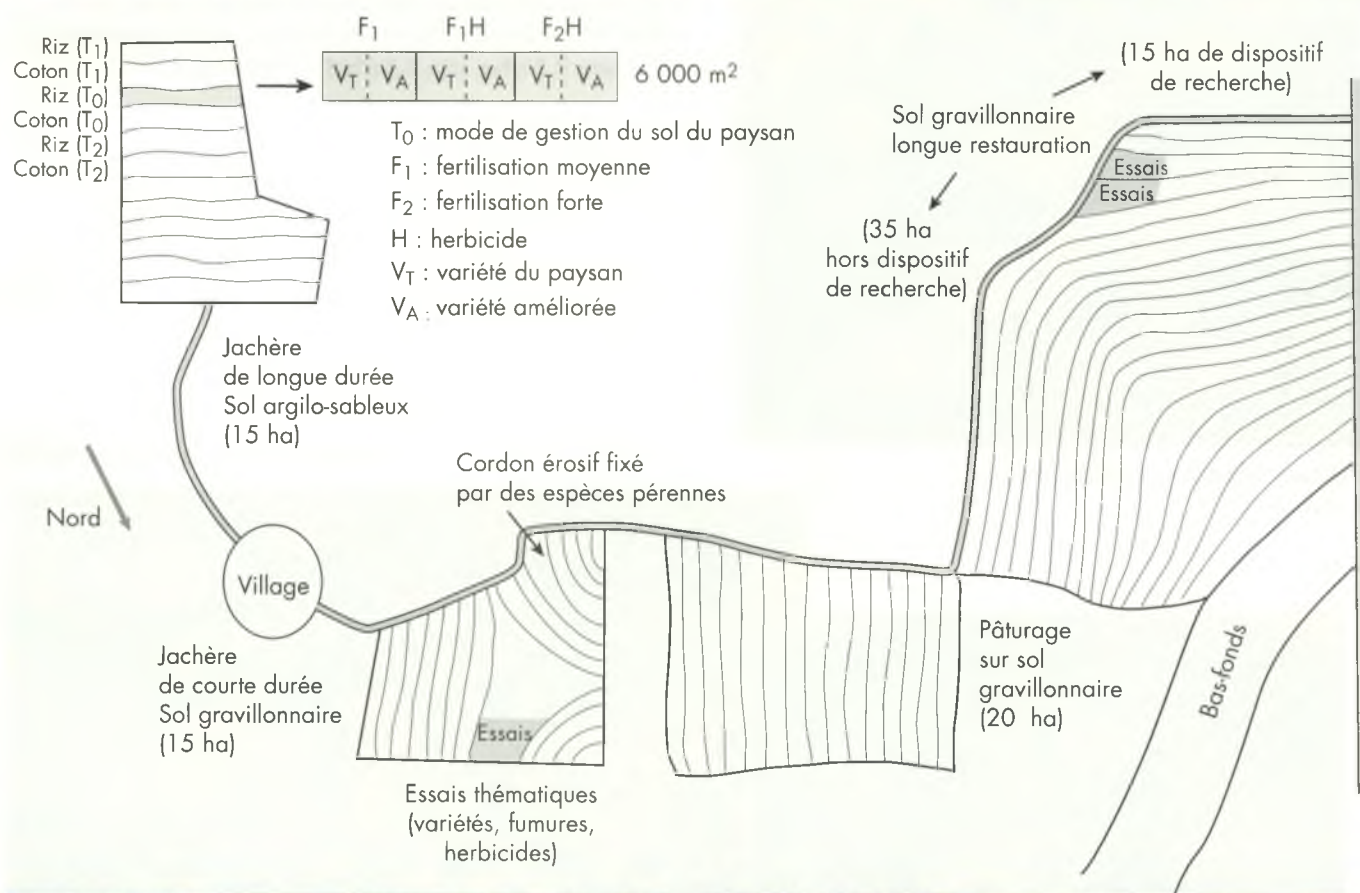


Figure II.1. Plan des toposéquences du dispositif à Tcholélevégo et les quatre vues aériennes correspondantes.

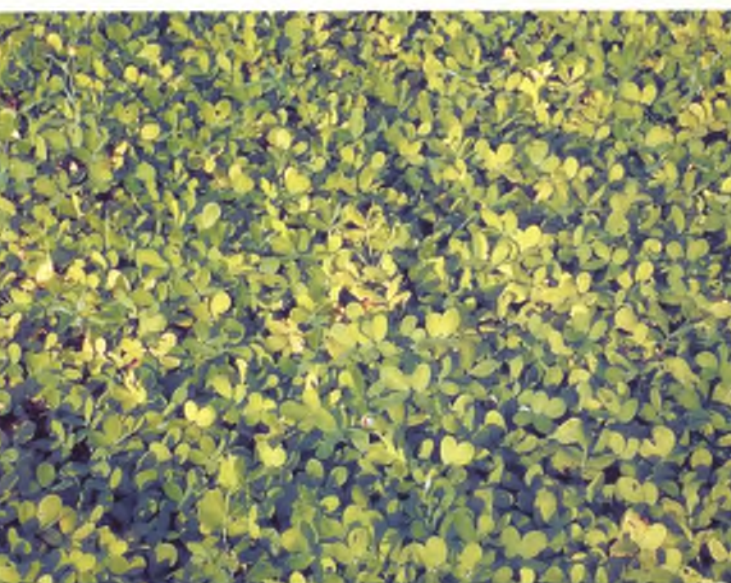


L'igname cultivé sur mulch de *Pueraria*.
Brobo.



Une belle parcelle de soja avec l'itinéraire préconisé en culture
attelée. Des rendements élevés pendant les 5 ans d'expérimentation
(riz et maïs 3,5 t/ha, soja 2,5 t/ha). Tcholélevogo.

Tapis vivace d'*Arachis pintoï*. Brobo.



Maïs sur tapis vivace
d'*Arachis pintoï*. Brobo.

Parcelle de *Pueraria* en saison des pluies. Il a été semé en dérobée dans les cultures la saison précédente. Brobo.



Maïs cultivé en semis direct sur mulch de *Pueraria*. Le mulch est encore très épais près d'un mois après la levée du maïs. Brobo.



Zéro labour et semis direct dans les résidus de récolte : la culture du cotonnier sur mulch de *Pueraria*. Tcholélevogo.



Récolte du riz pluvial. Tcholélevogo.

cultures : ces essais démonstratifs ont permis d'observer les comportements des associations. Ces tests ont constitué, par leur présence, une perspective d'amélioration du système en zéro labour et ont fait ensuite l'objet de systèmes de culture novateurs testés à partir de 1994 (voir le dossier suivant intitulé « Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée et semis direct »). Elles ont été placées sur un sol gravillonnaire dégradé et sur un sol argilo-sableux.

Formation et vulgarisation : l'interactivité entre la recherche et le développement

Les promoteurs ont souhaité utiliser le dispositif comme un outil de démonstration et de transfert fondés sur des orientations clés : système de culture, durabilité, participation des acteurs. Cet ensemble expérimental matérialisait ainsi un lien interactif fort entre la recherche et le développement. De nombreuses visites ont été organisées aussi bien pour les professionnels agricoles de Côte d'Ivoire que pour les chercheurs et les professionnels de nombreux pays d'Afrique. Les encadreurs Cidit et des personnes d'organisations non gouvernementales venus de toute la région nord de Côte d'Ivoire ont participé à des ateliers de travail sur place : la formation sur le site s'est effectuée en deux ou trois séjours



Constitution d'un bocage sur le terroir : haie vive de *Gmelina arborea* bordant la piste menant au village de Tcholélevogo.

par an — à la mise en place, en cours de culture et à la récolte — renouvelés chaque année pour les encadreurs. Les agriculteurs de villages voisins ou éloignés (jusqu'à plus de 100 km) et les notables ont été fréquemment conviés à des tours de champ — chaque année, 300 agriculteurs ont visité le dispositif. Enfin, une quinzaine de délégations internationales — bailleurs de fonds, responsables du développement et de la recherche des pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre... — ont été guidées tous les ans sur le dispositif. Ajoutons que la Cidit avait détaché un agent à temps plein pour assurer ces formations et ces visites avec les chercheurs.

En aval du dispositif, dès 1991, des actions significatives de vulgarisation, de conseil et de suivi ont été

menées par la recherche en collaboration avec la Cidit. Elles ont eu pour but de créer de véritables observatoires sur des terroirs villageois dispersés autour de Korhogo, et où seraient testés au fur et à mesure les acquis obtenus à Tcholélevogo. Ces actions étaient adressées aux agriculteurs ou aux villages volontaires. Les thèmes retenus étaient hiérarchisés et proposés selon un ordre logique du processus de fixation de l'agriculture :

- aménagement d'une ou plusieurs toposéquences par les agriculteurs du village, avec un encadrement important la première année (formation sur l'utilisation des niveaux à eau pour les tracés topographiques, semences d'espèces arbustives et arborées...). Une centaine d'unités ont ainsi été aménagées entre 1991 et 1992 ;
- à l'intérieur de ces aménagements, démonstration sur les modes de gestion du sol peu érosifs en culture attelée (semis sur labour) et respect du calendrier cultural grâce à la pratique du zéro labour ; 300 hectares ont été concernés ;
- démonstration de plusieurs thèmes d'intensification. Apports complémentaires en phosphore pour toutes cultures et en azote pour le cotonnier plus particulièrement, fumure organique sur les sols gravillonnaires



Parcelle de cotonnier entourée de haies. Tcholélevogo.

pour le coton et le riz pluvial, fabrication du compost et des fosses fumières (700 fosses en 1992), variétés performantes (riz IDSA 10, maïs FERKE 7928...).

C'est ainsi qu'une centaine d'unités de paysage, de 3 à 30 hectares chacune, ont été aménagées et suivies, à la demande des agriculteurs. Ce dispositif a été suivi à minima après les restructurations de la Cidit en 1993 et il est à nouveau repris aujourd'hui par la Cidit et l'Anader.

Ces actions de formation et de suivi ont montré qu'il était possible de passer d'une vulgarisation de masse à une vulgarisation intégrée.

Les résultats agronomiques : le système de culture

Les résultats concernent les grandes problématiques des agriculteurs de la région (TOURE *et al.*, 1998) ; ils permettent d'enrichir le message de vulgarisation, à l'origine uniforme et axé sur la culture cotonnière. Nous abordons successivement le travail du sol, la planification du calendrier cultural et l'ensemble des thèmes d'intensification relatifs au système de culture fondé sur le cotonnier.

Travailler les sols autrement

Certaines techniques culturales, parmi toute la gamme testée, associées à l'aménagement du site (fiche technique n° 1 « L'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire ») ont un impact radical sur le ruissellement, la battance et l'érosion des sols cultivés. La reprise du labour par des passages répétés d'outils de type canadien ou herse pour affiner l'horizon de surface n'est pas nécessaire : des itinéraires moins érosifs assurent également la rapidité d'exécution que recherchent les agriculteurs. Partant de ce constat, nous aboutissons à

des solutions légèrement différentes des recommandations habituelles jusqu'à des itinéraires totalement nouveaux.

Culture attelée : semis sur labour sans reprise

La suppression des reprises de labour diminue la germination des mauvaises herbes parce que le contact entre leurs très petites graines et la terre fine n'est plus assuré. Toutefois, juste avant le labour, il est nécessaire d'éliminer la flore adventice effectivement levée avec un désherbant total de contact, par exemple 200 grammes par hectare de paraquat. Un labour de type dressé et fermé offre ensuite les meilleures conditions de réussite du semis sans reprise.

Le semis est effectué le plus rapidement possible après labour, en conditions encore humides : le système racinaire de la culture peut alors se développer très vite pour maintenir la structure du sol superficiel et concurrencer les éventuelles adventices. Il est possible de semer de façon manuelle ou avec un semoir adapté. Dans le cas des cultures à écartement large, comme le cotonnier et le maïs, le semis manuel n'est pas une contrainte car il est très rapide : 55 heures par hectare pour le cotonnier, 50 pour le maïs. Le semoir monorang vulgarisé par la Cidit pour le cotonnier donne aussi des résultats satisfaisants. En

revanche, pour le riz pluvial, l'agriculteur est obligé d'abandonner le semis traditionnel à la volée ; le semis manuel en poquets prend alors beaucoup plus de temps : 200 heures par hectare au lieu de 3 pour le semis à la volée. On compte également, en semis manuel, 150 heures pour le soja et 160 pour l'arachide.

Des semoirs constitués de quatre roues semeuses brésiliennes montées sur un bâti de culture attelée ont été conçus à cet effet. Ces roues, munies de six doigts qui s'ouvrent une fois dans le sol, font un excellent semis en poquets quelle que soit la



Un labour dressé et fermé, bien fait (c'est-à-dire à la bonne humidité), précédé d'un traitement herbicide total de la végétation en place, permet de semer directement sans autre préparation du sol : c'est le semis sur labour sans reprise. Tcholélevogo.



Sol argilo-sableux battant après passage des disques en culture motorisée et une forte pluie. Tcholélevogo.



Organes de distribution de la roue semeuse : les doigts s'ouvrent et déposent les semences quand ils pénètrent dans le sol. Tcholélevogo.

Semis sur labour sans reprise à la roue semeuse en culture attelée. Tcholélevogo.



structure du sol en surface. En modifiant le nombre de roues sur le bâti et en changeant les organes de distribution, manipulations très simples à réaliser, on peut semer n'importe quelle plante, sauf l'arachide dont les graines se cassent facilement. Le temps de travail pour cette opération est de l'ordre de 9 heures par hectare, quelle que soit la culture, parce que ce n'est pas la largeur du bâti qui change selon le type de semence, mais le nombre de roues semeuses.

La technique du semis sur labour permet de conserver, durant deux à quatre semaines, une structure grossière et une certaine macroporosité du sol superficiel, très visibles par rapport à la surface d'une terre labourée puis reprise, battante dès les premières pluies. L'eau s'infiltre mieux et le ruissellement est réduit.

Le développement de la végétation, dès le début du cycle, est favorisé par rapport aux itinéraires habituels ; cette observation vaut aussi pour le système racinaire (tableau II.5). En culture attelée, le gain de rendement du riz et du coton est de 25 % en moyenne sur les sols gravillonnaires et de 40 % sur les sols argilo-sableux (figures II.3, II.4) ; de plus, ces résultats sont réguliers d'une année à l'autre.

Le semis sur résidus de récolte : le zéro labour

Le semis sur les résidus de récolte supprime le labour et les reprises : c'est la technique du zéro labour. Le sol n'est plus travaillé, sauf là où sont déposées les graines. La flore adventice levée est détruite une semaine avant le semis avec des herbicides



Sans reprise du labour, la structure grossière et la macroporosité créées par le labour se conservent plusieurs semaines. Tcholélevogo.

systémiques, comme le glyphosate (720 g/ha + surfactant) en mélange avec du 2,4-D sel d'amine (720 g/ha).

Les temps de travaux pour ce type de semis, effectué manuellement en sol

Tableau II.5. Taux d'exploration racinaire du riz en sol argilo-sableux en fonction du type de travail, avec la fertilisation F1 (CHOPART, février 1995). Le semis sur labour en traction animale (T1) permet presque le doublement de l'exploration racinaire à 25 et 30 cm de profondeur.

Profondeur (cm)	Taux d'exploration racinaire (% de cases d'observation du sol, 5 x 5 cm, avec au moins une racine primaire de riz)			
	T0	T1	T2	T4
20	85	88	99	78
25	27	52	96	27
30	24	43	92	16
40	0	8	19	0
50	0	0	0	0

F1 : fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier). T0 : itinéraire du paysan (semis sur labour + reprise en traction animale). T1 : semis sur labour en traction animale. T2 : semis sur labour en culture motorisée. T4 : semis après passage des disques en culture motorisée.

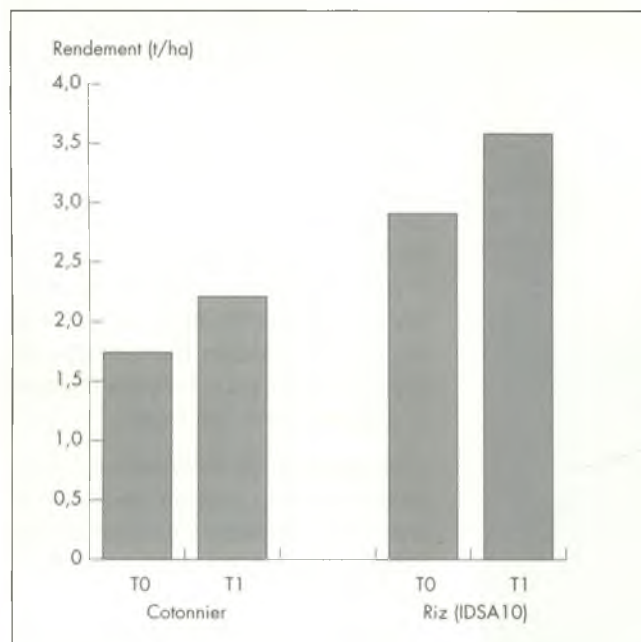


Figure II.3. Sols gravillonnaires et culture attelée : rendement du cotonnier et du riz en itinéraire vulgarisé T0 (labour + reprise) et T1 (semis sur labour sans reprise). Moyenne des résultats obtenus en grandes parcelles pendant 4 ans, sans répétition, rotation cotonnier/riz, fertilisation F1.

F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

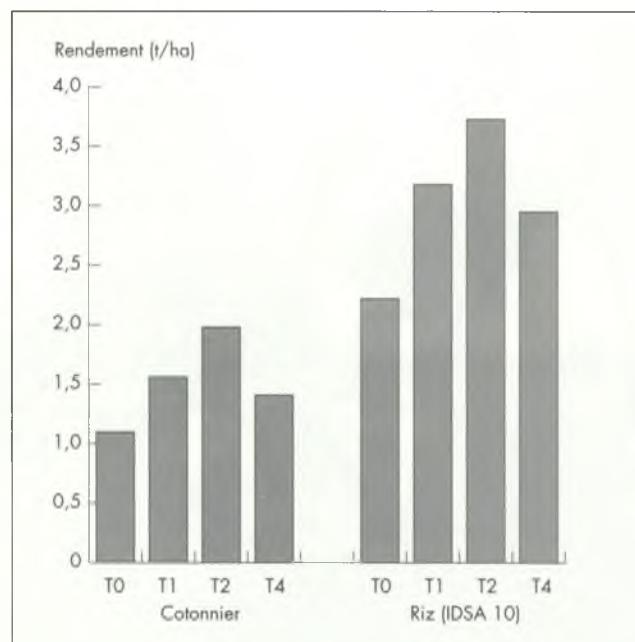


Figure II.4. Sols argilo-sableux : rendement du cotonnier et du riz en fonction du mode de gestion des sols T0, T1, T2, T4. Moyenne des résultats obtenus en grandes parcelles pendant 4 ans, sans répétition, rotation cotonnier/riz, fertilisation F1.

T0, labour + reprise ; T1, semis sur labour sans reprise ; T2, semis sur labour au tracteur ; T4, dischage au tracteur ; F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

humide sont sensiblement les mêmes que ceux mentionnés plus haut en semis sur labour, car la densité de semis est la même. Un semis mécanique en culture attelée est possible mais suppose un semoir adapté de type monorang.

Le seul risque qui peut grever la réussite du zéro labour est l'apparition d'un fort stress hydrique tel qu'une sécheresse de plus de trois semaines après semis. Certaines cul-

tures comme le riz pluvial et l'arachide réagissent mal à cause de la faiblesse de leur enracinement en début de cycle ; le maïs et le cotonnier supportent mieux ces stress. Pour limiter ces risques, il a été testé un mode particulier de préparation de la ligne de semis, tracée en saison sèche avec un côtre monté sur un bâti de culture attelée. Ce passage permet, en éclatant le sol jusqu'à 15 centimètres de profondeur, un meilleur enracinement des plantes

en début de végétation. Toutefois, ce matériel est resté expérimental et n'est pas disponible pour les agriculteurs.

Les billons, obstacles efficaces contre le ruissellement

Les pratiques anciennes de semis sur des billons disposés perpendiculairement à la pente sont des obstacles très efficaces au ruissellement. Encore régulièrement utilisées pour le maïs et l'arachide, elles sont quasi abandonnées pour le cotonnier. Pourtant, le billonnage avant semis peut être appliqué sans difficulté technique ou de calendrier cultural sur une partie de l'assolement, en priorité sur les sols les plus battants.

L'itinéraire suivi suppose classiquement que le sol soit labouré (pour supprimer les adventices) puis billonné avant d'être semé. Il est possible de simplifier le travail en remplaçant le labour par un traitement avec un herbicide total de contact (200 g/ha de paraquat) ; ensuite, le billonnage est effectué

Zéro labour : semis en culture attelée avec un semoir adapté, précédé d'un traitement herbicide total de la végétation en place. Tcholélevogo.





Confection de billons en culture attelée. Tcholélevogo.

quand l'humidité du sol est satisfaisante. Le gain de temps, donc la disponibilité par rapport au calendrier cultural, est important, puisque l'on passe de 17 heures par hectare pour un labour à quelques heures pour la pulvérisation de l'herbicide.

Comment tenir un calendrier cultural : travail du sol, assolement et cycle des variétés

La mise au point d'un itinéraire technique qui permettrait de gérer les travaux culturaux et l'emploi de la main-d'œuvre aurait un impact très fort sur la production des exploitations *senoufo* : le calendrier optimal pour le développement des cultures n'est en général jamais respecté car il est impossible, compte tenu des équipements disponibles, de labourer en temps voulu toute la surface avant semis. Ces difficultés sont en fait contournables en jouant sur les modes de gestion du sol, sur le cycle des variétés et en introduisant en particulier la technique du zéro labour — c'est-à-dire, comme nous

l'avons vu précédemment, le semis direct en poquets dans les résidus de culture, exécuté manuellement.

Le zéro labour

Dans la gestion de l'assolement, le zéro labour est utilisé chaque fois que les techniques classiques ne permettent pas de suivre un calendrier de mise en place optimal, entre début mai et mi-juin. Il offre une grande souplesse d'exécution et convient parfaitement à certaines

cultures semées précocement comme le maïs, mais aussi le cotonnier et le soja, même lorsque les conditions climatiques sont peu favorables après le semis. La flore adventice présente est éliminée avec un désherbant total systémique. Pour le riz pluvial, et d'une manière générale pour toutes les cultures, le zéro labour est rentable même si la plante se comporte moins bien en cas de stress hydrique ou si le semis manuel en poquets serrés est long.

L'introduction du zéro labour à bon escient dans la gestion de l'assolement doit permettre de respecter les conditions de base d'un calendrier optimal :

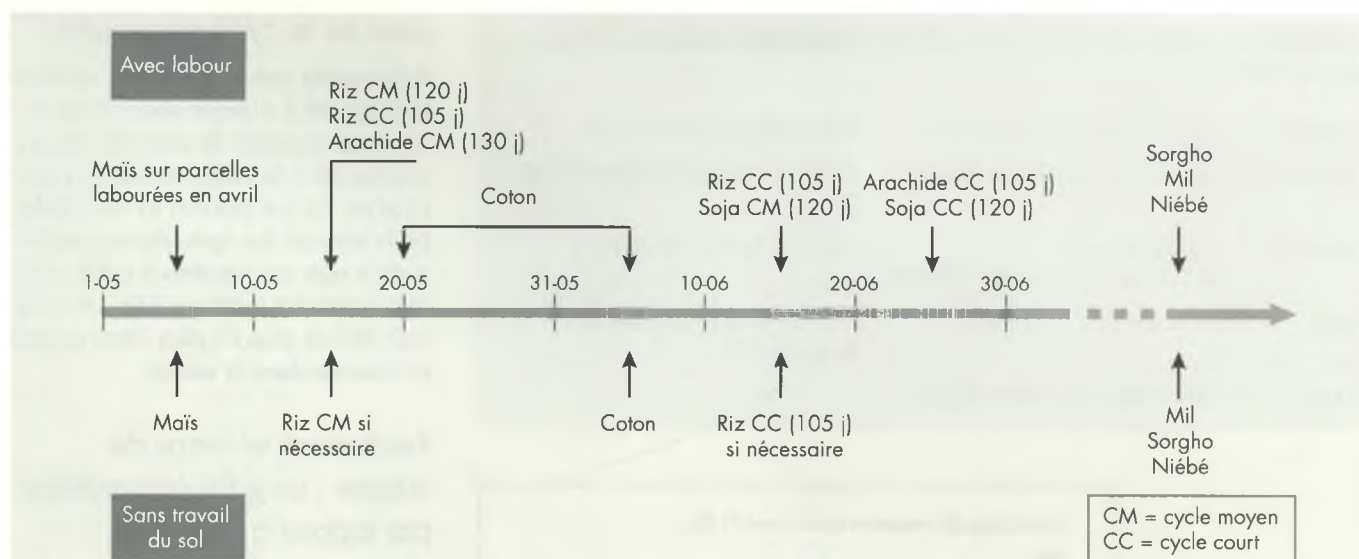
- répondre aux exigences de climat et d'état du sol propres à chaque culture et à chaque variété, pour la mise en place et la récolte ;
- favoriser un étalement des récoltes suffisant pour éviter les pics de travaux en fin de campagne.

Dans le contexte des systèmes de culture régionaux, des contraintes plus spécifiques doivent être prises en compte par l'agriculteur dès la prévision d'installation de la campagne :

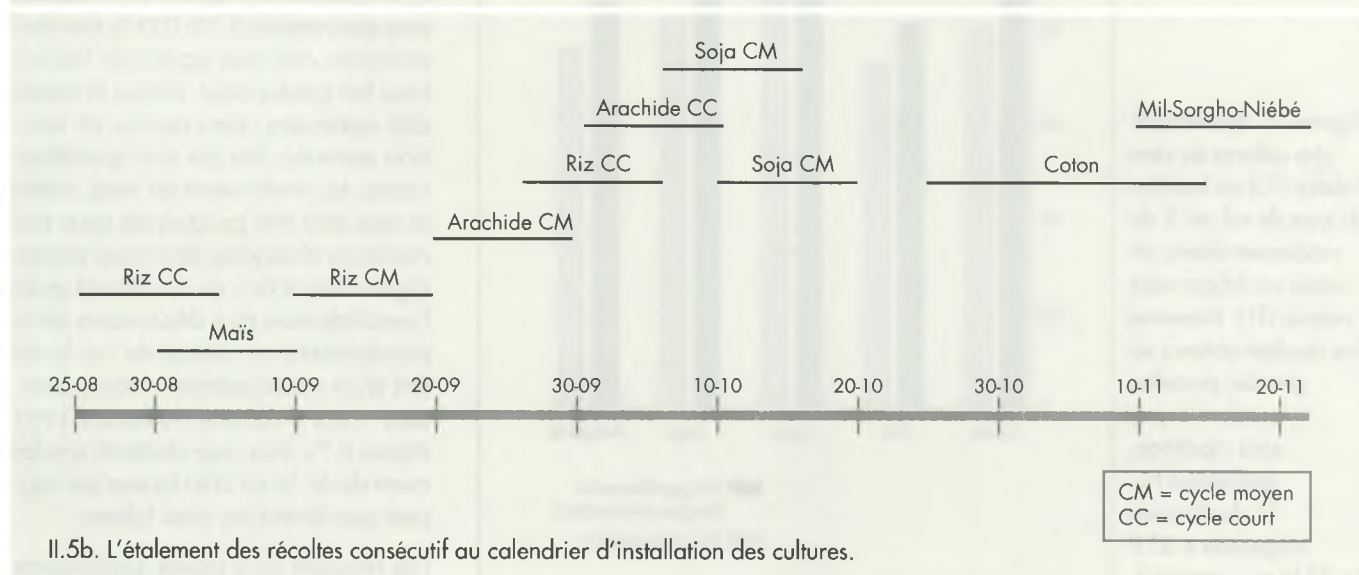
- les semis précoces sont toujours favorables au maïs et au riz pluvial, quel que soit le cycle des variétés ;
- les dates de semis optimales pour le cotonnier se situent entre le 25 mai et le 10 juin ;
- l'arachide doit être récoltée en fin de saison des pluies en sol encore humide ;



Zéro labour et semis direct dans les résidus de récolte : la culture du niébé. Tcholélevogo.



II.5a. Le calendrier de l'installation des cultures.



II.5b. L'étalement des récoltes consécutif au calendrier d'installation des cultures.

Figure II.5. Le zéro labour est employé dès que les techniques classiques ne permettent plus de tenir le calendrier cultural optimal.

– le soja doit être récolté en saison sèche, car les technologies de séchage en post-récolte ne sont actuellement pas disponibles (absence de séchoir) ;

– le sorgho, le mil et le niébé peuvent achever leur cycle sans problème en saison sèche, et être semés en juillet - août, après les autres cultures.

Ces conditions étant posées, l'agriculteur peut raisonner la planification de son travail (figures II.5, II.6) :

– dès les premières pluies, en mai, semer en zéro labour et à la bonne date (c'est-à-dire le plus précocement possible) le maïs, ce qui représente 20 % de l'assolement libéré

(1,5 ha) en moins de 75 heures de travail ;

– labourer et semer riz pluvial (cycles moyen et court) et arachide de cycle moyen jusqu'au 20 mai ;

– labourer et semer au fur et à mesure sans reprise les soles de cotonnier, en appliquant le principe « labourer ce qu'il sera possible de semer dans les bonnes conditions du moment » jusqu'au début juin ;

– semer immédiatement en zéro labour les parcelles cotonnières qui n'ont pu être travaillées afin de ne pas dépasser l'intervalle optimal des dates de semis (jusqu'au 10 juin) ;

– achever la mise en place en techniques classiques ou en zéro labour

pour les autres cultures (arachide cycle court et soja, riz pluvial à cycle court, puis, plus tard, niébé, sorgho, mil).

Dans cette région, avec une quantité faible de résidus en couverture, l'agriculteur doit cependant effectuer un labour périodique au cours de la rotation. Plusieurs auteurs ont en effet enregistré, après quelques années, une dégradation de l'ensemble des propriétés physiques des sols en zéro labour continu par rapport à un sol travaillé : porosité, infiltrabilité, résistance à la pénétration, etc. (LAL, 1976 ; CASTA *et al.*, 1989).

Tableau II.6. Gamme de variétés conseillées en vulgarisation, adaptées à chaque date de semis.

Culture	Cycle moyen (115-130 jours)	Cycle court (95-110 jours)
Riz pluvial	Iguape Cateto, IDSA 6, IDSA 77	IDSA 10, Guarani, IREM 873-2G, Tangara
Arachide	variétés locales, M 705-74, M1204-781, RMP 91	QH 243 A, KH 149 A, BS 5
Soja	FT. Canarana, TGX 162-11F	TGX 1158-4D, Emgopa 305, Emgopa 310
Maïs	CJB, Ferké 7988, Ferké 8128	

Figure II.6. Rendements des cultures en zéro labour (T3) en fonction du type de sol, en % du rendement obtenu en semis sur labour sans reprise (T1). Moyenne des résultats obtenus en grandes parcelles pendant 4 ans, sans répétition, fertilisation F1. F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

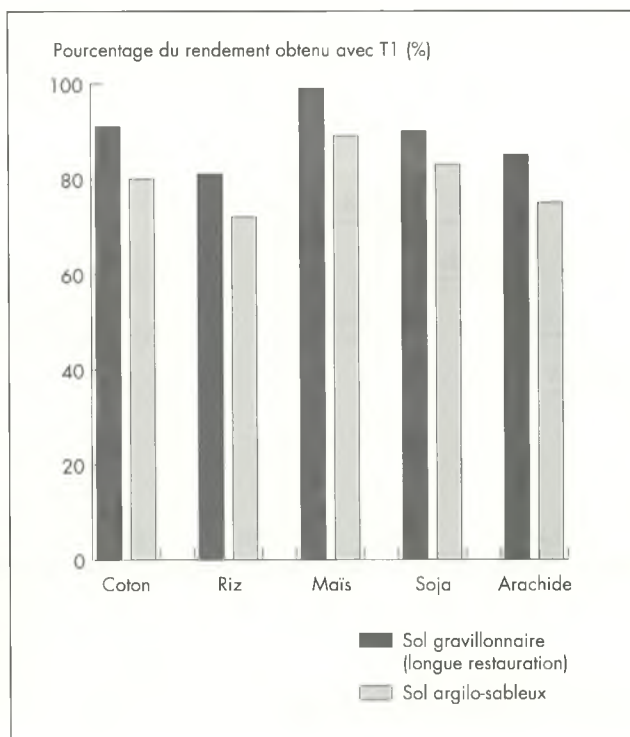
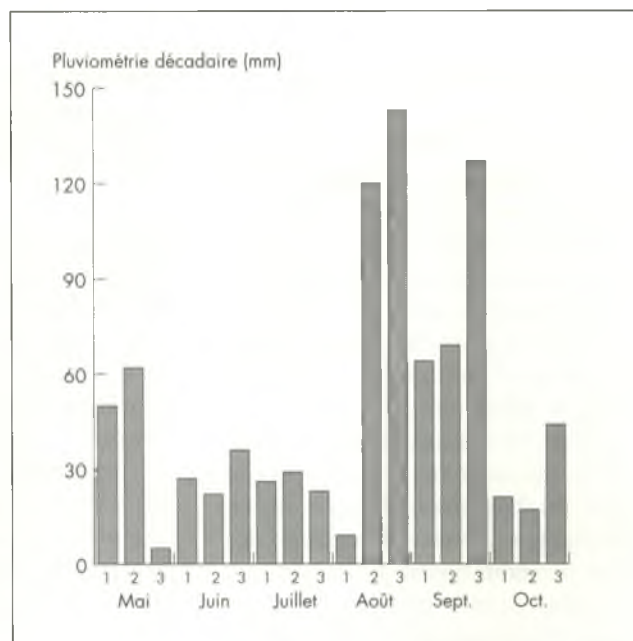


Figure II.7. Pluviométrie décadaire de la saison de culture 1993 à Tcholélévogo : les stress hydriques subis par les cultures ont été très forts en début de campagne (mai, juin, juillet).



Jouer sur le cycle des variétés

Il faut aussi que le cycle des variétés soit adapté à chaque date de semis. Un large éventail de variétés est ainsi proposé à la vulgarisation, en particulier en riz pluvial et arachide, pour lesquels les agriculteurs ne possèdent que des variétés à cycle relativement long (tableau II.6). Le cycle doit être de plus en plus court quand on avance dans la saison.

Rendements et temps de travaux : un gain incontestable par rapport à l'itinéraire classique

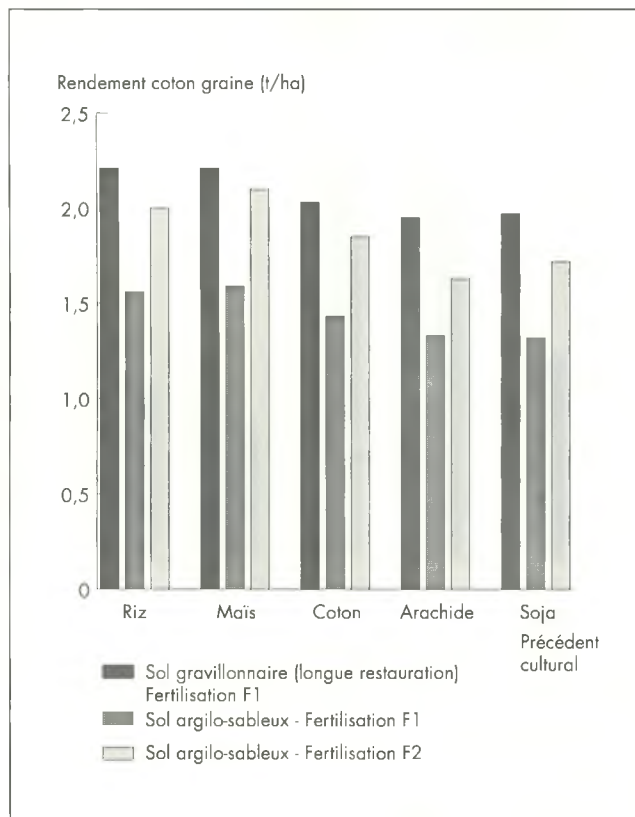
Les rendements après zéro labour sont équivalents à 70-100 % des rendements obtenus après un labour bien fait (profondeur, vitesse et humidité optimales) sans reprise en traction animale. Sur les sols gravillonnaires, les rendements en maïs, coton et soja sont très proches de ceux des meilleurs itinéraires de culture attelée (figure II.6). Ceux du riz pluvial et de l'arachide sont plus dépendants de la pluviométrie en début de cycle du fait d'un enracinement moins puissant : cela a été très visible en 1993 (figure II.7), avec une chute de rendement de 40 % en zéro labour par rapport aux itinéraires avec labour.

Les résultats sont moins satisfaisants sur les sols argilo-sableux plus battants : la perte de production par rapport aux techniques de semis sur labour en traction animale est de l'ordre de 11 % pour le maïs et supérieure à 20 % pour les autres cultures (figure II.8).

Les temps de travaux comparatifs sont les suivants :

- pour le zéro labour, la pulvérisation des herbicides avant semis en deux passages croisés prend 4 heures par hectare ; il faut ajouter le temps de semis en poquet ;
- pour le labour avec reprise, nous comptons 17 heures par hectare de labour et 6 heures de reprise, auxquelles nous devons ajouter le temps de semis manuel (poquets ou à la volée) ou mécanique (semoir monorang).

Figure II.8. Rendements moyens du cotonnier en semis sur labour sans reprise (T1) selon le précédent cultural, le type de sol et la fertilisation. Moyenne des résultats obtenus en grandes parcelles pendant 4 ans, sans répétition, fertilisations F1, F2. F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier) ; F2, F1 + 500 kg/ha phosphates tricalciques.



Toutefois, le facteur limitant n'est pas forcément la durée de l'opération — par exemple le semis, fait en entraide par de nombreuses personnes de la famille — mais le nombre d'attelage pour labourer tous les sols. D'une façon globale, si l'on raisonne à l'échelle de l'exploitation, les cultures donneront toujours un rendement supérieur en zéro labour avec un semis à la bonne date qu'en labour effectué trop tardivement, comme c'est en général le cas. Cette gestion de l'assolement permet de regrouper la plupart des semis entre début mai et fin juin et d'éviter ainsi l'accumulation des travaux sur toute la période de culture (semis, sarclages, récoltes). Les apports d'engrais peuvent être modulés en fonction des dates de semis et de l'état de la végétation. La fumure organique disponible, si l'agriculteur l'emploie, sera réservée aux parcelles labourées et aux meilleures dates de semis pour le riz pluvial (début mai) et pour le cotonnier (fin mai) afin d'en tirer la meilleure valorisation.

L'itinéraire fondé sur le cotonnier : des niveaux d'intensification adaptés à chaque situation

Lorsque les problèmes d'érosion, de battance des sols et d'exportation des résidus de récolte ont trouvé des solutions avec les aménagements et les techniques culturales, il est possible de pratiquer une agriculture intensive : quels sont les ajustements techniques qui valorisent au mieux une bonne gestion du calendrier cultural et des sols ? Par rapport aux recommandations de la Cidit, identiques pour l'ensemble de la zone nord et surtout relatives à la culture cotonnière, de nombreux essais multilocaux montrent que, dans cette région et dans ce type d'écologie, le choix du niveau de fumure (DEAT, 1995 ; GIGOU, 1986 et 1987 ; SEMENT, 1983), des techniques de maîtrise de l'enherbement (LE BOURGEOIS, 1993) et des variétés peut être très différent en fonction du type de sol et du nombre d'années

de culture. De plus, il faut noter l'insuffisance de vulgarisation pour les cultures autres que le cotonnier — céréales et légumineuses. Dans cette partie, nous aborderons successivement les conseils en matière de rotation culturale, de fertilisation minérale, de fumure organique et de variétés.

La rotation culturale

Le système de production régional est fondé sur le coton et l'assolement global comprend 50 % de terres cultivées en cotonnier — le cotonnier peut donc revenir un an sur deux sur la même parcelle : la composition des rotations, et donc des assolements, doit tenir compte de cette donnée de base.

Le dispositif permet d'avoir une bonne idée du comportement du cotonnier selon les précédents culturaux, en fonction du type de sol et de la fertilisation minérale. L'itinéraire technique dont il faut s'affranchir est la monoculture, couramment pratiquée. S'il n'est pas un mauvais précédent pour lui-même, le cotonnier cultivé plus de deux années de suite entraîne des difficultés quasiment impossibles à éviter au fil des ans : prolifération des insectes et des adventices spécifiques, transmission des maladies... Les agriculteurs ont tendance à ouvrir la jachère avec du cotonnier, pour la simple raison économique qu'il constitue une source de revenu assuré : sans être l'option idéale, qui est le riz pluvial, les résultats de production restent corrects. Les rendements cotonniers les plus élevés ont été obtenus chaque année après les céréales. En revanche, l'arachide et le soja sont de mauvais précédents pour le cotonnier ; nous avons observé un moins bon démarrage de la culture, plus lent et irrégulier, voire nul (cas de 1993 avec un stress hydrique de début de campagne) après les légumineuses. Enfin, observations largement connues, les céréales ont un bon comportement après les légumineuses.

Ces résultats et les acquis antérieurs de la recherche nous orientent vers

les types de rotation suivants, à raison d'une culture par an :

- sans légumineuse (ce qui correspond au système paysan), jachère - riz pluvial - cotonnier - céréale - cotonnier - céréale... ;
- ou éventuellement, en gardant l'habitude d'ouvrir avec le cotonnier, jachère - cotonnier - riz pluvial - cotonnier - céréale - cotonnier ;
- avec légumineuse, jachère - riz pluvial - cotonnier - légumineuse - céréale - cotonnier, avec toutes les variantes possibles à partir de la troisième année en fonction de l'assolement pratiqué et des conditions économiques.

La fertilisation minérale

La fertilisation vulgarisée sur cotonnier est la suivante : 200 kilos par hectare d'engrais composé 10 N - 18 P - 18 K - 6 S - 1 B et 50 kilos d'urée. Pour les céréales, on apporte 50 kilos d'urée supplémentaires. Les légumineuses ne reçoivent rien. L'objectif d'un rendement élevé implique de modifier la fertilisation minérale de l'itinéraire classique. Pour atteindre pendant 5 ans (durée de l'expérimentation) des rendements supérieurs à 2 tonnes par hectare de coton graine, 3,5 pour le riz pluvial, 4 pour le maïs, 2,4 en soja et 1,3 en arachide, les recommandations de base issues du dispositif varient selon le type de sol et selon la culture.

Pour le phosphore, le conseil de la Cidt (36 unités sur cotonnier et céréales, rien sur légumineuses) ne suffit pas (figures II.9, II.10). Le maintien des rendements à de hauts niveaux demande :

- en sols gravillonnaires, chaque année, 70 unités sur cotonnier et céréales et 36 sur légumineuses, sous forme de supertriple ;
- en sols argilo-sableux, 1,5 tonne par hectare tous les 4-5 ans de phosphate tricalcique (qui apporte non seulement le phosphore, mais aussi du calcium, du magnésium et des oligo-éléments) et 36 unités sous forme de supertriple chaque année.

Pour l'azote, les 43 unités apportées sur le cotonnier sont insuffisantes : il

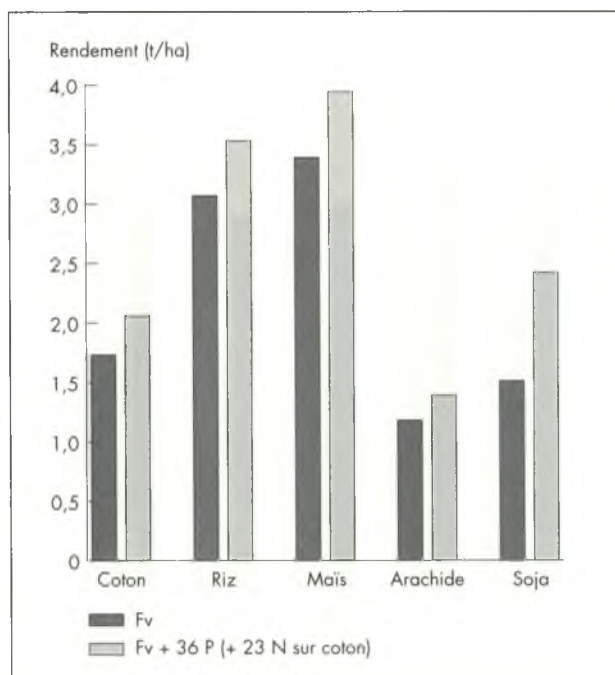


Figure II.9. Rendements moyens des cultures sur sols gravillonnaires (longue restauration ; jachère > 40 ans) en fonction de la fertilisation minérale Fv et F1. Résultats obtenus sur les essais thématiques, *split-plot* à 3 répétitions, pendant 4 ans, T1 (semis sur labour sans reprise). Fv, fertilisation vulgarisée ; F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

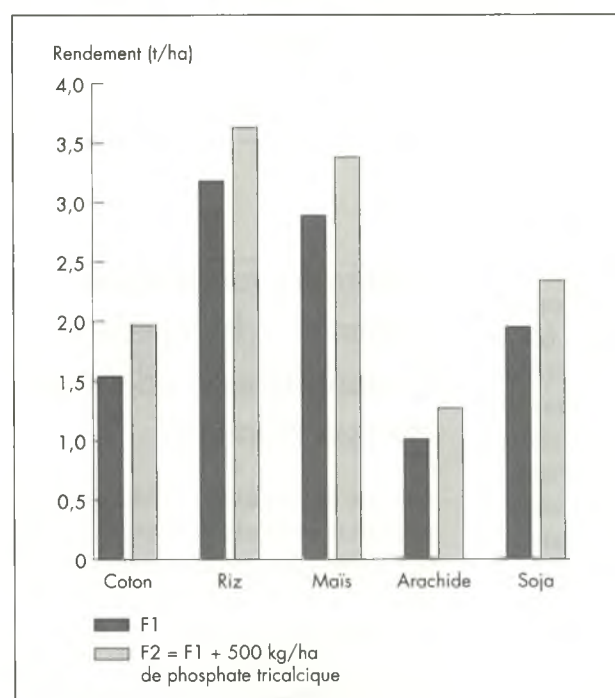


Figure II.10. Rendements moyens des cultures sur sols argilo-sableux, en fonction de la fertilisation minérale F1 et F2. Moyenne des résultats obtenus en grandes parcelles pendant 4 ans, sans répétition, T1 (semis sur labour sans reprise). F1, fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier) ; F2, F1 + 500 kg/ha phosphate tricalcique les trois premières années.

faut 66 unités (200 kg d'engrais complet + 100 d'urée).

Pour la potasse, les 36 unités apportées par les 200 kilos d'engrais complet sont indispensables pour le cotonnier quel que soit le type de sol et pour toutes les cultures en sols argilo-sableux. En revanche, en sol gravillonnaire, la potasse n'est pas forcément nécessaire en ouverture de jachère pendant 4 ans sur maïs et sur riz pluvial et jamais sur les légumineuses quel que soit l'état de dégradation du sol.

La fumure organique

La seule source traditionnelle de fumure organique est la poudrette de parc. Parcs ou étables fumières ne sont pas pratiqués et n'ont pas eu, dans le cadre de la vulgarisation, un grand succès à cause des difficultés de transport, des modes de gestion et de propriété du cheptel et du manque d'eau en saison sèche. Sur le terroir de Tcholéfévogo, la quantité de poudrette en fin de saison sèche est faible, de l'ordre de 25 tonnes pour les 130 hectares cultivés

– ce qui représente moins de 200 kilos par hectare ; de plus, les paysans ne l'utilisent pas du fait des contraintes de transport. Malgré tout, des tests ont été conduits sur l'emploi de la poudrette de parc. Compte tenu du contexte, il est évident que les résultats en sont peu applicables, ou de façon très localisée sur un champ ou une culture choisi par l'agriculteur.

On observe une réponse des cultures nulle sur les sols argilo-sableux, mais d'excellentes performances sur les sols gravillonnaires, en priorité sur des cultures qui la valorisent bien : cotonnier et ensuite riz pluvial. Sur les meilleurs sols gravillonnaires, un apport annuel de 5 tonnes par hectare, pendant 5 ans, procure à lui seul des rendements moyens de l'ordre de (figures II.11a, II.11b) :

- 2 tonnes par hectare de coton graine, équivalent à celui de la fertilisation minérale F1 ;
- 2,8 en riz pluvial, inférieur de 25 % à celui de la fertilisation minérale F1, ce qui reste très correct.

Ces productions sont largement majorées, respectivement de 29 et 46 %, avec une fertilisation minérale de complément : un niveau supérieur d'intensification et de rendement est atteint là. Sur les sols gravillonnaires dégradés, la poudrette est le seul moyen de maintenir des rendements de bon niveau (en particulier pour le coton) après trois années de rotation culturale (figure II.11b).

La composition chimique de la poudrette en éléments majeurs (environ 25 N - 15 P - 30 K pour 5 t/ha) comparée à celle de la fertilisation F1 (66 N - 69 P - 36 K), ne permet pas d'expliquer les résultats précédents, ni sa faible teneur en matière organique. Son effet pourrait être plutôt celui d'un ferment, apport de germes microbiologiques, relançant la vie biologique du sol.

La lutte contre les mauvaises herbes

Le conseil de la Cidat relatif aux techniques de lutte contre les mauvaises herbes est unique et assez cher (her-

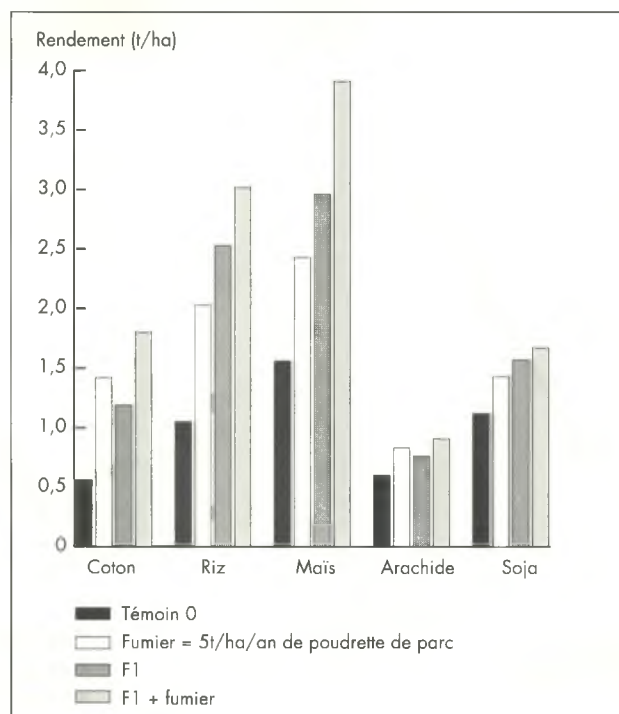
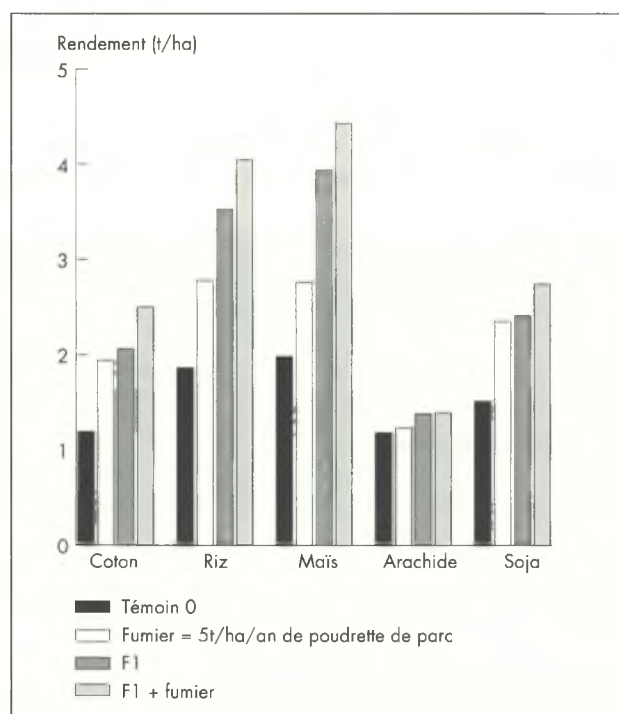


Figure II.11. Rendements moyens des cultures en fonction des apports de poudrette et de fertilisation minérale sur sol gravillonnaire, après jachères de plus de 40 ans et de 6 ans. Moyenne des résultats obtenus sur les essais thématiques, split-plot à 3 répétitions, pendant 4 ans, T1 (semis sur labour sans reprise).

II.11a. sol gravillonnaire, après jachère courte de 6 ans.



II.11b. Sol gravillonnaire, après jachère longue de plus de 40 ans.

bicides de pré-levée essentielle). L'idée est d'élargir les recommandations en fonction des situations agronomiques et des données économiques — prix et herbicides disponibles chaque année sur le marché national, que les encadreurs et les paysans doivent impérativement connaître.

Plusieurs cas peuvent se présenter, dont certains sont illustrés par la figure II.12. Les situations de faible

envahissement avec une flore peu agressive (feuilles larges surtout), rencontrées en ouverture de jachère par exemple, sont résolues de deux façons :

- sarclage rapide si la main-d'œuvre est familiale (donc pas rémunérée) et si le calendrier des opérations culturales le permet ;

- utilisation en post-levée de matières actives génériques bon marché si la main-d'œuvre est rému-

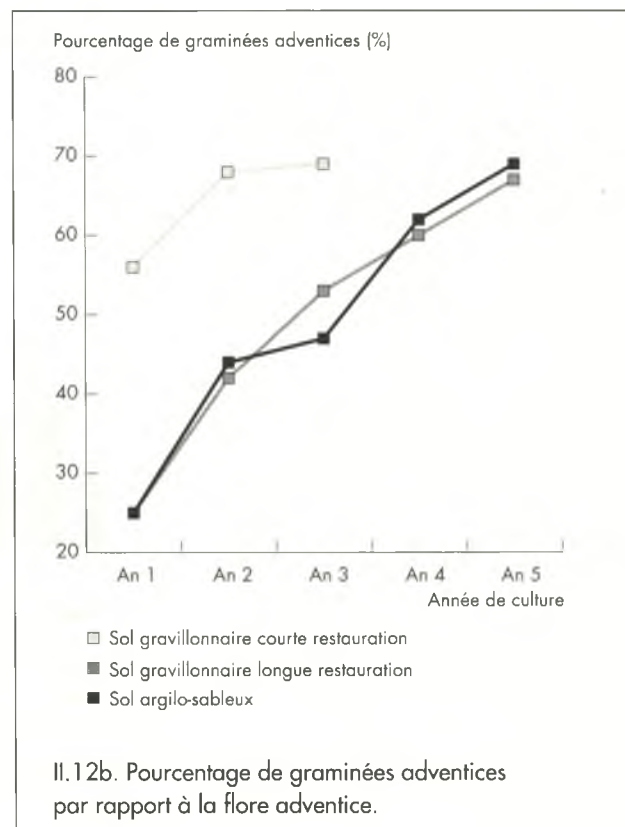
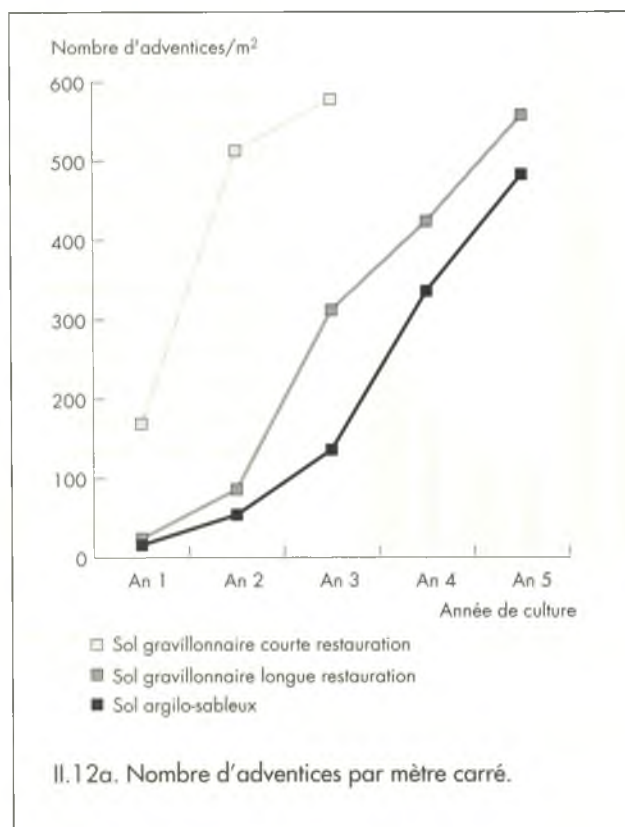


Figure II.12. Evolution de la flore adventice sur les trois sites de Tcholélevogo pendant 5 ans. Technique T1 (semis sur labour sans reprise) et fertilisation F1 (fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier)).

Tableau II.7. Comparaison des coûts du désherbage en fonction du nombre d'années de culture après jachère, en francs CFA après dévaluation. Dispositif de Tcholélevogo, grandes parcelles, technique T1 et fertilisation F1, sarclage manuel seul (S), herbicide et complément manuel (H + S) (CHARPENTIER, 1996).

Culture	Année 1		Année 2		Année 3		Année 4		Année 5	
	S	S	S	H + S	S	H + S	S	H + S	S	H + S
Sol gravillonnaire après une longue restauration										
Coton	6 084	8 073	6 486	20 475	28 608	30 573	30 597	-	-	-
Riz	10 998	15 444	12 476	38 142	47 118	54 405	47 703	-	-	-
Sol argilo-sableux										
Coton	3 861	4 329	-	8 307	28 608	20 475	29 076	30 537	29 661	-
Riz	6 201	7 254	-	13 572	42 906	27 495	43 842	47 502	44 661	-

Coût du sarclage : 117 FCFA/h à Tcholélevogo.

F1 : fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier). T1 : semis sur labour en traction animale.

nérée ou si le calendrier est trop serré. Le coût est bas, de l'ordre de 2 000 à 4 000 francs CFA par hectare pour, par exemple, du 2,4-D sel d'amine en post-levée sur céréales ou un désherbant total (diquat, paraquat) en jet dirigé entre les lignes sur le cotonnier.

Dans le cas d'envahissement important avec des adventices agressives (graminées en particulier), l'herbicide est quasi obligatoire pour une

question de coût et de disponibilité par rapport à la main-d'œuvre familiale. Des combinaisons de matières actives en pré-levée et en post-levée sont parfois plus efficaces et moins chères que l'herbicide vulgarisé de pré-levée. En effet, sur sol gravillonnaire et plus encore sur sol argilo-sableux, le coût à l'hectare enregistré sur le dispositif est supérieur ou équivalent à un sarclage manuel jusqu'à la cinquième année après l'ouverture de jachère (tableau II.7).

Il faut donc rechercher des solutions plus compétitives. Ainsi, dans la plupart des cas, les herbicides vulgarisés peuvent être remplacés par des matières actives génériques, comme le diuron en pré-levée sur cotonnier (vulgarisé : metolachlor + dipropétryne), l'atrazine en post-levée précoce sur maïs (vulgarisé : atrazine + metolachlor) et la pendiméthaline (pré-levée) + 2,4-D sel d'amine (post-levée) sur riz (vulgarisé : oxadiazon).

Si l'herbicide de pré-levée a été inefficace, ou partiellement efficace, ou que l'agriculteur n'a pas eu le temps de le pulvériser, aucune solution ne lui est offerte par la vulgarisation, alors que le rattrapage est possible en post-levée. Sous réserve d'être formé à l'utilisation des produits, l'agriculteur devrait pouvoir disposer d'une gamme de prix et de matières actives afin de faire un choix selon la flore et les conditions de son exploitation (tableau II.8).

Les variétés

Après les efforts d'aménagement, de fertilisation, de travail du sol, de gestion du calendrier cultural et de maîtrise des mauvaises herbes, le choix des variétés est déterminant pour rentabiliser au mieux l'ensemble du système. De ce point de vue, le conseil est inexistant sauf pour le cotonnier. Pour chaque culture, l'agriculteur aurait besoin d'une gamme étendue avec plusieurs cycles (gestion du calendrier cultural) et plusieurs degrés de performance (par rapport au type de sol, aux maladies, à la verse, au rendement, etc.).

Sur le dispositif de Tcholélevogo, la recherche sur les variétés a été menée à deux niveaux :

- en essais thématiques classiques avec, parfois, jusqu'à 25 variétés en comparaison ;
- en grande parcelle, après un choix effectué sur les essais précédents, dans le but de vérifier la stabilité du système.

Le tableau II.9 donne une gamme variétale testée pour le riz, le maïs, le soja et l'arachide. Prenons l'exemple du riz pluvial. La variété traditionnelle Iguape Cateto a un cycle moyen qui laisse peu de latitude à l'égard de la date de semis. Son potentiel de rendement dans les meilleures conditions se situe autour de 2,5 tonnes par hectare. Si la fertilisation minérale est poussée, elle est sujette à la verse. Enfin, elle est sensible à la pyriculariose. Le changement avec IDSA 10 (cycle court, résistance à la pyriculariose et à la verse, fort potentiel) fait gagner en

souplesse de calendrier et en rendement : le cap des 4 tonnes par hectare est atteint dans les mêmes conditions. En riz pluvial, la gamme des deux variétés IDSA 6 (cycle moyen) et IDSA 10 reste une valeur sûre pour l'agriculteur, même si ces cultivars ont été créés il y a plus de 15 ans.

En conclusion, les variétés, volet classique de la recherche agronomique, n'en sont pas moins importantes pour l'agriculteur : elles lui permettent de tirer le meilleur parti d'un système de culture amélioré et bien maîtrisé.

Résultats économiques de l'exploitation : un équilibre entre technique et travail

L'analyse économique peut être lue sur deux plans qui doivent être pris en compte dans l'étude de systèmes : celui du bailleur de fonds et celui du professionnel agricole (agriculteur, société de développement, vulgarisateur...). Le bailleur de fonds souhaite connaître à quel prix une production est obtenue : il a besoin du rendement et de la marge nette. L'agriculteur, quant à lui, est sensible à ce qui lui apporte le meilleur gain à un moment donné, compte tenu de son investissement en travail : la valorisation de l'heure de travail a une grande importance.

L'analyse économique permet, à l'aval de l'ensemble des résultats techniques et agronomiques, d'élaborer un conseil en vue de l'amélioration globale de l'exploitation. En clair, la vulgarisation passe du système de culture — qui a fait l'objet du dispositif de Tcholélevogo — au système de production. Elle montre avec insistance qu'il ne faut pas séparer les thèmes maïs, au contraire, qu'il faut les considérer en interaction au sein de l'exploitation. Par exemple, si les semis sont tardifs,

l'agriculteur aura intérêt à gérer le niveau de la fertilisation en fonction de l'état de végétation en début de cycle et en visant un niveau de rendement acceptable. Ainsi, les données techniques obtenues sur le dispositif de Tcholélevogo constituent des normes qui permettent de lever les grandes contraintes agronomiques : elles offrent à l'agriculteur un éventail de possibilités pour gérer au mieux son exploitation compte tenu des conditions économiques.

La dévaluation du franc CFA a créé une situation nouvelle qui n'était pas encore stabilisée fin 1994. Même s'il y a de petites différences d'un produit à un autre, les charges de production (liées aux intrants, hors matériel et main-d'œuvre), ont au moins doublé pour l'itinéraire technique dans son ensemble (tableau II.10). Les prix d'achat aux producteurs, inchangés pour le maïs, l'arachide et le soja, ont augmenté de 50 % pour le coton et le riz pluvial. Actuellement, la tendance est à l'augmentation du prix du maïs, tout en restant très conjoncturel : au moment des calculs de bilan économique, il était à 35 francs CFA le kilo bord champ alors qu'en 1996 et 1997, il atteignait 100 francs CFA. L'arachide semble aussi avoir les faveurs du marché actuel maïs, comme elle ne reçoit aucun intrant et qu'elle est cultivée par les femmes, elle n'est pas considérée comme un élément de la gestion de l'exploitation. Pour le coton, comme pour le riz pluvial, il est toujours vrai que les effets de la dévaluation poussent à l'intensification.

Les évaluations des systèmes de culture sur cinq ans sont rapportées à une exploitation type : 6,5 hectares, culture attelée, installée au sein d'un aménagement de terroir antiérosif, équivalant à un environnement où l'érosion est bien maîtrisée. Sur des sols gravillonnaires peu dégradés — ouverture d'une jachère de plus de 40 ans —, la dévaluation a permis de valoriser les itinéraires les plus intensifs (tableau II.10) ; le référentiel proposé permet alors de multiplier par 2 (1,6 avant dévaluation) les para-



Tableau II.8. Herbicides utilisables en fonction des cultures (CHARPENTIER, 1996).

Culture	Matière active	Dose g/ha	Remarques
Herbicides de pré-levée			
Coton et légumineuses	<ul style="list-style-type: none"> • métolachlor + dipropétryne • alachlor 	640 + 960 2 400	Efficacité moyenne sur <i>Brachiaria lata</i> Efficacité moyenne sur <i>Brachiaria lata</i> , <i>Mnesithea granularis</i> , <i>Paspalum orbiculare</i> .
Coton	<ul style="list-style-type: none"> • fluometuron + prometryne • diuron 	1 000 + 1 000 600-800	- Peu coûteux.
Riz pluvial	<ul style="list-style-type: none"> • oxadiazon • pendimethaline 	1 000 1 500	Efficace sur une gamme très large. Efficacité moyenne sur <i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Leucas martinicensis</i> , <i>Commelina bengalensis</i> , <i>Ipomoea eriocarpa</i> . Efficacité moyenne sur <i>Paspalum orbiculare</i> , sur les plantes à feuilles larges et les cypéracées. Efficace sur <i>Rottboellia exaltata</i> .
Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • atrazine + métolachlor • atrazine + pendimethaline • atrazine + alachlor • symazine 	680 + 1 320 800 + 1 200 720 + 1 680 2 500	Efficace sur une gamme très large. Très efficace. Efficace sur <i>Rottboellia exaltata</i> . Très efficace. Efficacité moyenne sur <i>Brachiaria lata</i> , <i>Mnesithea granularis</i> .
Herbicides de post-levée			
Coton et légumineuses	<ul style="list-style-type: none"> • fluazifop-P-butyl • haloxyfop-éthoxyéthyl • sethoxydime 	250 250 480	Graminicide ; efficacité moyenne sur <i>Dactyloctenium aegyptium</i> . Graminicide ; efficacité moyenne sur <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Mnesithea granularis</i> . Graminicide ; efficacité moyenne sur <i>Paspalum orbiculare</i> .
Coton	<ul style="list-style-type: none"> • paraquat 	200	Jet dirigé entre les lignes
Légumineuses	<ul style="list-style-type: none"> • fomesafen • bentazone 	250 1 200	Très efficaces sur les plantes à feuilles larges et sur les cypéracées.
Arachide	<ul style="list-style-type: none"> • 2,4-DB 	1 500	idem
Riz pluvial	<ul style="list-style-type: none"> • 2,4-D sel d'amine • triclopyr • bentazone • propanil • fenoxaprop-ethyl 	720 240 1 200 1 920 41 + surfactant	idem idem idem Graminicide de post-levée précoce. Graminicide. A partir stade 5 feuilles du riz. Efficacité moyenne sur <i>Dactyloctenium aegyptium</i> .
Maïs	<ul style="list-style-type: none"> • atrazine • paraquat 	2 000 200	Efficacité moyenne sur <i>Mnesithea granularis</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Brachiaria deflexa</i> . Jet dirigé entre les lignes.

mètres économiques de l'exploitation — marge nette et valorisation du travail. La marge nette annuelle dépasse un million de francs CFA (1,4 million avec un apport annuel de poudrette de parc) et la valorisation de l'heure de travail représente 1,5 fois le salaire horaire minimum garanti ivoirien (230 FCFA).

La figure II.13 souligne que les résultats économiques dépendent du type de sol. Les marges les plus élevées sont obtenues avec le coton et le riz pluvial sur les sols gravillonnaires de fertilité correcte — ouverture après une jachère de longue durée. Pour ces deux cultures en sols argilo-sableux, les coûts du renforcement en phosphate tricalcique et du labour en culture motorisée sont bien compensés, en cinq ans, par l'augmentation des marges brutes, avec les itinéraires proposés. En revanche, sur les sols gravillonnaires dégradés, en ouverture sur jachère de 6 ans, les marges deviennent faibles après trois années de rotation culturale et seul l'apport de poudrette de parc permet de maintenir un revenu intéressant (tableau II.11). Ce dernier point montre les limites techniques des systèmes proposés, qui restent dans un cadre d'agriculture classique : si la disponibilité en pou-

drette ou en autre source de fumure organique est faible, quelles innovations offriraient des effets équivalents et durables ? C'est dans ce sens que les systèmes associant semis direct, plantes de couverture protégeant le sol contre l'érosion et régénérant la fertilité, ont été testés.

Conclusion : s'affranchir de la dégradation progressive des sols

Rotations de cultures, modes de gestion des sols, niveaux d'intensification et respect d'un calendrier culturel optimal sont autant de propositions modulables selon la situation de l'exploitation. Elles permettent de dégager des revenus attractifs et stables. Toutefois, en zone de savane, cette gestion en continu de la terre, quand les apports minéraux proviennent surtout de l'engrais, connaît des limites par rapport à la fertilité physique, chimique et biologique. La dégradation en est inéluctable à plus ou



Rendement de plus de 4 t/ha pour le riz IDSA 10 à l'intérieur d'un aménagement antiérosif fixé par *Cajanus cajan*.

moins long terme sur certains sols : baisse du taux de matière organique, acidification, compaction... En zone cotonnière, les agriculteurs ne cultivent jamais plus de 15 ans, les deux dernières années étant dévolues à l'arachide faute de rendements acceptables en cotonnier ou en céréales. Maintenir la fertilité et maîtriser la flore adventice pendant quelques années de plus suppose une utilisation croissante d'intrants qui, en l'absence de crédits, est difficilement accessible aux petits agriculteurs de ces régions.

Tableau II.9. Liste de variétés de cycles différents qu'il est possible de proposer en vulgarisation. Les rendements moyens (en % du témoin) ont été obtenus en essais thématiques sur sol gravillonnaire après une jachère de plus de 40 ans (technique T1, fertilisation F1).

Cycle	Riz		Maïs		Arachide		Soja	
	variété	rdt %	variété	rdt %	variété	rdt %	variété	rdt %
Court (95 à 105 jours)	IDSA 10	154			BS 5	128	Emgopa 305	142
	Guarani	154			KH 251 D	128	Emgopa 310	137
	IREM 873-2G	145			QH 243 A	121	TGX 1158-4D	130
	Tangara	146			KH 149 A	115	IAC 8 (1,81 t/ha)	100
Moyen (115 à 125 jours)	IDSA 6	141	Ferké 8128	125	M 705-74	165	TGX 162-11F	167
	IDSA 77	128	Ferké 7928	119	M 1204-781	149	BR 85-180	145
	<i>Iguape cateto</i>	100	<i>CJB</i>	100	<i>var. locale</i>	100	FT Canarana	142
	(2,53 t/ha)		(3,8 t/ha)		(1,28 t/ha)			

Rendement donné en % du rendement du témoin vulgarisé ou utilisé habituellement dans la région.

Entre parenthèses, rendement du témoin correspondant à 100 %.

En italique, la variété témoin.

F1 : fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier). T1 : semis sur labour en traction animale.

En terroir aménagé, plusieurs situations sont envisageables. Sur des sols restaurés par de longues jachères, il est tout à fait possible d'appliquer les systèmes décrits précédemment les huit à dix premières années, avec une rentabilité forte. A ce stade, l'agriculteur passe en général à la jachère naturelle. On peut alors lui proposer de remplacer cette jachère

longue par des plantes à capacité de restauration rapide, c'est-à-dire des systèmes sans travail du sol avec semis direct dans une couverture végétale permanente. Ces techniques sont évoquées dans le dossier qui suit, intitulé « Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture » ; elles se substituent à la fois à

la jachère et à l'apport de poudrette et elles sont applicables dans deux cas : sur des sols épuisés ou très pauvres pour lesquels les solutions classiques ne donnent aucun résultat, ou directement en ouverture de jachère et sans aménagement anti-érosif, pour juguler l'érosion et commencer une campagne avec une parfaite maîtrise de l'enherbement.

Tableau II.10. Paramètres économiques calculés en francs CFA (moyenne des années 2 à 5) pour une exploitation type - culture attelée, 6,5 ha comprenant 3 ha de cotonnier, 1,5 de riz pluvial, 1,5 de maïs et 0,5 d'arachide - installée sur sol gravillonnaire après une longue restauration.

Itinéraire	Charges* (intrants)		Temps de travaux (heures)	Marge nette			Valorisation de l'heure de travail	
	AVd	APd		AVd	APd	% AVd/APd	AVd	APd
I0	250 000	554 000	2 930	578 000	612 000	106	197	209
I1	332 000	690 000	3 025	989 000	1 190 000	120	327	393
I1 + poudrette	332 000	690 000	3 490	1 121 000	1 401 000	125	321	401

Charges* : hors matériel et main-d'œuvre.

AVd : avant dévaluation ; APd : après dévaluation.

I0 : travail du sol paysan (labour + reprise) + fertilisation vulgarisée + variétés traditionnelles.

I1 : semis sur labour au semoir + fertilisation F1 + variétés améliorées.

I1 + poudrette : I1 + 5 t/ha/an de poudrette de parc.

F1 : fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

Tableau II.11. Evolution de la marge nette pour un hectare de culture sur sol gravillonnaire après une jachère de 6 ans (courte restauration) ; résultats en grandes parcelles.

Année	Culture	Marge nette FCFA/ha	
		I1	I1 + 5 t/ha poudrette*
1	riz	118 000	212 000
2	cotonnier	93 000	154 000
3	niébé	96 000	96 000
4	maïs	7 000	42 000
Total 4 ans		314 000	504 000
Moyenne annuelle		78 500	126 000

I1 : semis sur labour en culture attelée ; fertilisation F1 et variété améliorée.

* : sur céréales et cotonnier.

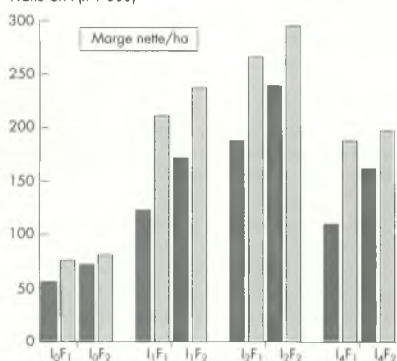
F1 : fertilisation vulgarisée + 33 P (+ 23 N sur cotonnier).

Pâturages de
Stylosanthes guianensis
(zone centre).

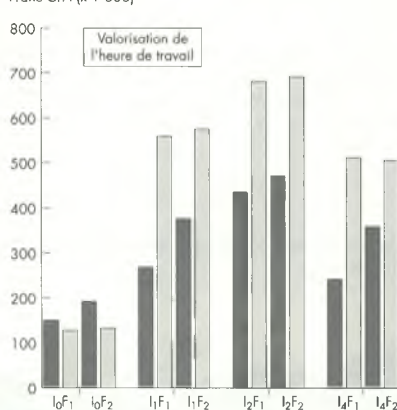


II.13a. Cas de parcelles situées sur sol argilo-sableux.

Franc CFA (x 1 000)

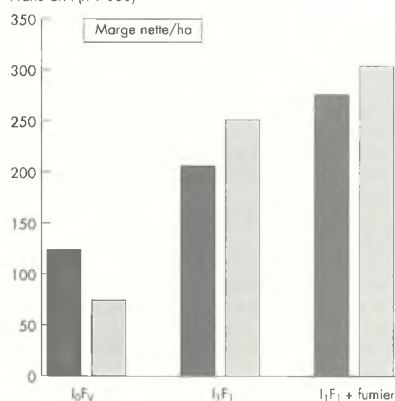


Franc CFA (x 1 000)



II.13b. Cas de parcelles situées sur sol gravillonnaire après une jachère longue de plus de 40 ans.

Franc CFA (x 1 000)



Franc CFA (x 1 000)

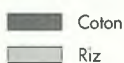
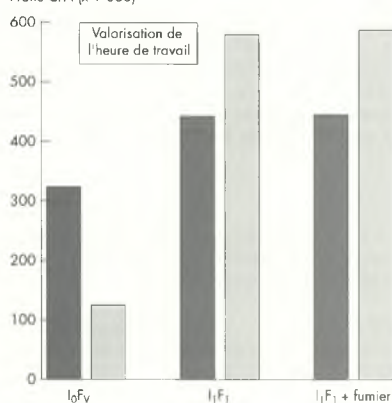
I₀ = itinéraire du paysanI₁ = semis au semoir sur labour en culture atteléeI₂ = semis au semoir sur labour en culture motoriséeI₄ = semis au semoir sur discage en culture motoriséeF_v = fertilisation vulgariséeF₁ = 66 N 69 P 36 KF₂ = F₁ + 1 500 kg/ha de phosphate tricalciquePour I₀, la variété de riz est Iguape catetoPour I₁, I₂, I₄, la variété de riz est IDSA 10

Figure II.13. Marge nette et valorisation de l'heure de travail pour le cotonnier et le riz, en francs CFA après la dévaluation. Moyenne de la deuxième à la cinquième année sur grandes parcelles.

La culture motorisée, une option difficile

Bien que la culture motorisée soit marginale, La Cidt montre un intérêt d'autant plus marqué qu'entre 1980 et 1990, elle disposait d'importants financements. Les premiers tracteurs proposés aux agriculteurs (Bouyer 25 CV avec chaîne d'outils) à crédit ont permis de passer d'une surface cultivée moyenne de 6,5 hectares en culture attelée à 30 hectares en motorisation intermédiaire. Toutefois, cet équipement n'était pas adapté aux conditions naturelles et socio-économiques :

- labour de qualité équivalente à la traction animale, du fait du manque de puissance ;
- utilisation des outils de reprise du labour à des vitesses trop rapides ;
- surface mise en culture importante, pas toujours accompagnée des aménagements antiérosifs nécessaires ;
- goulot d'étranglement dans le calendrier agricole au moment de la récolte du coton, toujours manuelle ;
- difficultés d'entretien et de réparation d'un matériel de toute façon fragile ;
- difficultés de remboursement du crédit.

Cette expérience a été un échec et la Cidt a arrêté la motorisation intermédiaire. En 1996-1997, le parc de matériel motorisé était constitué de 291 tracteurs Bouyer, avec un taux de remboursement de 48 %, et de 18 tracteurs conventionnels, avec un taux de remboursement de 71 %. En revanche, la Cidt s'est intéressée à la motorisation conventionnelle : à Tcholélevogo, plusieurs parcelles ont été dévolues à la motorisation. Dans la région, certains propriétaires disposent de tracteurs qui travaillent essentiellement en prestation de service avec des outils rapides (disques). Les opérations culturales sont effectuées dans de mauvaises conditions (sol trop sec ou trop humide, vitesse de travail trop élevée) : les sols sont pulvérisés et décapés aux

premières pluies, la casse du matériel peut être importante s'il y a des blocs de cuirasse affleurants.

Sur les sols gravillonnaires, qui sont peu structurés, il faut des engins qui pulvérisent moins la terre que les disques et qui évitent la casse : les dents de tiller (montées sur ressorts) donnent de bons résultats tout en gardant la rapidité d'exécution. Sur les sols argilo-sableux, qui sont très compacts et dont la mise en valeur implique un temps de travail élevé, l'utilisation de la charrue à soc ou du chisel est recommandée : la charrue est plus efficace contre l'enherbement mais les deux outils décompactent le sol en profondeur.

Le travail superficiel aux disques a un effet très négatif sur les productions du riz et du cotonnier, inférieures de 10 % à la culture attelée. Sur sol argilo-sableux, un travail profond à la charrue à socs augmente nettement le rendement (27 % pour le coton, 17 % pour le riz), par rapport aux meilleures techniques de culture attelée. L'infiltrabilité du sol est plus élevée (tableau II.12) ; la compaction des horizons supérieurs, très forte avec les disques, disparaît ; les dynamiques racinaires sont puissantes.

Deux options sont envisageables pour lever la principale contrainte des sols argilo-sableux :

- labourer ou passer un chisel, en prestation de service puisque c'est un système qui existe déjà, à la mise en culture puis périodiquement dès que la compaction est à nouveau réhibitoire ;
- effectuer un décompactage comme précédemment et passer en système en semis direct avec plantes de couverture ;
- effectuer un « décompactage biologique » en implantant une espèce vivace de couverture à enracinement puissant pendant une durée suffisante.

Tableau II.12. Infiltrabilité du sol selon l'intensité de l'averse et le type de travail en sol argilo-sableux, système riz-cotonnier (CHOPART, février 1995).

Intensité de la pluie (mm/h)	Temps avant l'apparition du ruissellement (minutes)	
	T0	T2
20	63	∞
25	15	∞
30	7	∞
40	4	51
45	3	18
50	2	13
60	1	7
80	0	2

T0 : itinéraire du paysan (traction animale, labour + reprise).
T2 : semis sur labour en traction motorisée, sans reprise.

Le cover-crop (disques) est l'outil le plus utilisé en culture motorisée. Tcholélevogo.



L'aménagement des unités de paysage dans le nord de la Côte d'Ivoire

Dans le nord de la Côte d'Ivoire, comme à Tcholélevogo, les unités de paysage, sur sols granitiques ou schisteux, s'organisent de la façon suivante :

- un plateau relativement plat généralement cuirassé ;
- un glacis de 2 à 6 % de déclivité réservé aux cultures ;
- en bas de pente, une frange sableuse peu fertile toujours exondée, où les plantes pérennes peuvent profiter de la présence de la nappe phréatique en saison sèche.

L'aménagement d'ensemble de ces unités implique, dans l'objectif d'une agriculture durable, leur protection intégrée contre l'érosion, les feux de brousse et la divagation des animaux sédentaires ou transhumants. L'objectif est la création d'un véritable bocage, dont les rôles de régulation climatique et de préservation de la biodiversité sont primordiaux. Les résidus de récolte ne sont plus exportés et contribuent au maintien du bilan organique et minéral des sols ; le bois pour la cuisson des aliments est disponible à proximité des villages ; la gestion d'aires de pâturage pour le troupeau villageois peut être envisagée. C'est ce qui a été mis en place sur le terroir de Tcholélevogo, en appliquant les propositions décrites ci-après.

Les aménagements antiérosifs

Les cordons antiérosifs sont confectionnés suivant les courbes de niveau sur la totalité du glacis, pour une absorption totale de l'eau. Le tracé topographique peut être effectué très facilement par les agriculteurs avec des techniques simples, comme celle du niveau à eau vulgarisé avec succès par la Cidit.

A la rupture de pente entre le plateau et le glacis, l'installation d'un cordon de garde assez conséquent, planté de *Ziziphus mucronata* en deux lignes en quinconce espacées de 1 m sur de gros billons, a deux avantages :

- maintenir l'eau qui ruisselle du plateau cuirassé ;
- bloquer le passage des animaux sur le glacis réservé aux cultures.

On retrouve un cordon identique à l'aval de la toposéquence, qui peut aussi empêcher le débordement de l'eau du bas-fond sur la partie exondée en cas d'inondation exceptionnelle.

Les cordons antiérosifs peuvent être confectionnés manuellement, par des allers-retours de charrue en culture attelée, ou, plus rapidement,

avec des moyens lourds. Deux passages de billonneuse tirée par un tracteur, matériel facilement disponible dans cette région, permet un excellent aménagement à un coût assez modeste (environ 7 000 FCFA/km de cordon avant dévaluation).



Gmelina arborea est un arbre qui peut être planté en plusieurs lignes comme pare-feux, ou en haies vives, qui peuvent servir de support de barbelés. Tcholélevogo.

Le dénivelé entre deux cordons est fonction de la pente, du sol et de la dimension des ados. Un mètre de dénivelé pour les glacis de 3 à 4 % de déclivité, cas le plus fréquent, donne des parcelles d'environ 30 m de large, bien dimensionnées pour la culture attelée.

Les plantations d'espèces pérennes sur la toposéquence

Consolidation des cordons

Pour consolider durablement les cordons antiérosifs et les maintenir propres, la solution la plus efficace consiste à installer des espèces pérennes en plantations serrées.

Une légumineuse arbustive, *Cajanus cajan* (pois d'Angole)

Le semis du *C. cajan* est facile, en poquets de trois graines espacées de 50 cm. Les semences sont dispo-

nibles en grande quantité dès la première année. Cette légumineuse doit être réinstallée tous les trois ans à cause des dégâts causés par les termites. Elle fournit un appoint intéressant pour l'alimentation du bétail en saison sèche, en particulier pour les variétés à fructification tardive (2 t de matière verte par km de cordon).

Une graminée fourragère, *bana grass*

Bana grass est un croisement entre deux *Pennisetum* : *P. purpureum* Schumacher et *P. glaucum* (L.) R.Br. Au nord de la Côte d'Ivoire, elle ne fructifie pas, ce qui évite les pollutions des parcelles cultivées par les graines. Son installation se fait par boutures espacées de 1 m. Cette graminée, très appréciée par les animaux, peut être pâturée sur place ou utilisée comme fourrage en saison sèche.

Trois espèces arborées rustiques à croissance rapide : *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, *Cassia siamea*

Après deux mois en pépinière, les plants sont installés tous les mètres sur les cordons. La dormance des semences doit être levée avant le semis en pépinière par un passage à l'acide sulfurique concentré (*Cassia siamea*, 10 minutes, *Acacia auriculiformis*, 7 et *Acacia mangium*, 5). Les distances entre cordons ne doivent pas être trop faibles, supérieures à 30 m. Dès la quatrième année, ces arbres sont rabattus pour éviter leur compétition vis-à-vis des cultures. Ils offrent alors un combustible pour la cuisson des aliments (qui devient rare près des villages dans les zones à forte densité de population).

Plateau et secteurs cuirassés du glacis

Les arbres en place doivent être conservés et complétés par d'autres espèces, comme les manguiers, les goyaviers, les anacardiés, qui fournissent une source de revenu supplé-

mentaire. Les premières années, pour limiter le ruissellement et le salissement de ces secteurs, une plante de couverture comme *Stylosanthes hamata*, bien adaptée à ces conditions difficiles, peut être installée (semis à la volée à 6 kg/ha).

Bas de pente

La présence de la nappe phréatique permet des plantations d'agrumes, de bananiers, de papayers. Une couverture du sol par *Stylosanthes guianensis* (variétés CIAT 136 et CIAT 184 résistantes à l'anthracnose) évite le salissement sous les plantations. Le semis de cette légumineuse est effectué à la volée (6 kg/ha), après le trempage des semences à l'acide sulfurique concentré durant 5 minutes.

La conception des aménagements dépend de la situation de départ

La situation la plus délicate est celle d'une toposéquence déjà entièrement cultivée. L'aménagement recoupe en effet l'ancien parcellaire, ce qui peut poser des problèmes entre agriculteurs. De plus, il est difficile de confectionner les cordons en début de saison des pluies sans gêner le calendrier d'installation des cultures. Il est donc toujours préférable, quand cela est possible, de concevoir l'aménagement des unités avant leur mise en valeur. Le calendrier des travaux peut alors être programmé dans le but de réduire au maximum les contraintes liées à cet aménagement.

Une solution consiste à ne cultiver la première année qu'une bande sur deux, pour limiter les risques d'érosion avant que les ados ne soient parfaitement stabilisés. Les travaux d'aménagement sont alors exécutés sans problème en saison des pluies, en dehors des périodes de mise en place des cultures, c'est-à-dire aux

premières pluies d'avril et après les semis.

Quand la longueur des glacis est importante, on peut aussi prévoir quelques bandes à intervalles réguliers le long de la pente où les arbres existants sont laissés en place et complantés avec des fruitiers (manguiers, goyaviers, anacardiés...) et *Stylosanthes guianensis*.

Calendrier conseillé pour l'aménagement d'une toposéquence couverte par une savane arbustive

Durant la saison sèche précédant l'aménagement

Brûlis de la savane.

Matérialisation des courbes de niveau par des piquets, en utilisant le niveau à eau.

Elimination des ligneux indésirables sur les parcelles destinées aux cultures la première année.

Mise en place des pépinières d'arbres et d'épineux près d'un point d'eau.

Dès les premières pluies d'avril

Confection d'un maximum de cordons antiérosifs en commençant par l'amont de la toposéquence et le cordon de garde.

A l'installation de la saison des pluies en mai

Renforcement si nécessaire des cordons existants par un aller-retour de charrue en culture attelée et semis



Les haies vives de l'épineux *Ziziphus mucronata* (à droite) ferment les pâturages à *Stylosanthes hamata* ou protègent les blocs de culture. Tcholélevogo.



Les lignes de *Gmelina arborea* peuvent être rabattues pour former des barrières. Mais cette technique a l'inconvénient de propager très facilement le feu. Tcholélevogo.

de *Cajanus cajan* ou bouturage de *bana grass*.

Installation des cultures avec les itinéraires les moins érosifs : billonnage, semis sur labour, zéro labour...

Après le semis des cultures

Confection des derniers cordons et des billons périphériques.

Plantation des arbres et épineux ; pour les fruitiers, faire un trou plus important et mélanger de la poudrette de parc à la terre.

Après l'installation des cultures, à une époque peu chargée en travail (15 juillet au 15 août)

Labour à l'intérieur des plantations d'arbres et semis à la volée de *Stylosanthes hamata* et *S. guianensis*, recouvert par un passage rapide de herse. Pour éviter un développement trop important de la végétation avant le labour (andropogonées), pulvériser 360 g/ha de glyphosate (+ surfactant) avant de planter les arbres.

Traitements herbicides sur les cordons jusqu'à la saison sèche :

- en plein avec un graminicide (flua-zifop-P-butyl par exemple) ;
- en jet dirigé aux pieds des arbres et arbustes avec un désherbant total (paraquat).

Pour chacun de ces produits, un litre suffit pour entretenir à chaque passage 10 km de cordon.

La deuxième année, l'ensemble du glacié peut être mis en culture

L'aménagement existant ne suppose pratiquement plus d'autres interventions.

Les pare-feux

La protection durable contre les feux de brousse peut être assurée par des plantations d'arbres rustiques à la périphérie des unités :

- 2 rangées d'anacardiens (6 m x 6 m) résistants au feu, dont le rôle est de briser la vitesse du feu ;
- 4 à 6 rangées de *Gmelina arborea* installées en *stumps* (boutures) de 3 m x 3 m, qui maintiennent le sol propre dès la quatrième année après plantation et empêchent la propagation du feu.

Les haies vives

La clôture la plus efficace est constituée de *Ziziphus mucronata*. Cet épineux, très buissonnant, ferme totalement les unités dès la troisième année après plantation. Après deux mois en pépinière, les plants sont installés tous les mètres sur un billon. La dormance des semences de *Z. mucronata* doit être levée avant le semis en pépinière par un passage de 15 minutes à l'acide sulfurique concentré.

Les espèces d'arbres et d'arbustes qui ont le mieux réussi dans l'aménagement

Les arbres et arbustes cités précédemment sont ceux qui se sont le mieux adaptés aux conditions de plantation et de suivi du dispositif de Tcholélevogo. Vingt-deux espèces ligneuses ont été mises en place avec des avantages ou des inconvénients non négligeables ; certaines ont résisté à toutes les agressions — espèces dites rustiques — et d'autres ont très vite été éliminées du paysage (tableau 1).

Tableau 1. Arbres, arbustes et épineux installés à Tcholélevogo : capacité d'adaptation, avantages, inconvénients. Les espèces dénommées rustiques poussent sur les mauvais sols, supportent la sécheresse et le passage des animaux.

Espèce	T*	Avantages	Inconvénients	Conditions particulières
Arbres et arbustes				
<i>Acacia auriculiformis</i> , <i>A. mangium</i> , <i>Cassia siamea</i>	7 5 10	Trois espèces à croissance rapide, résistantes au feu, rustiques		1 plant/m sur cordon (plantation serrée) ; fixent les cordons et empêchent le salissement (concurrence, ombrage) ; rabattre en 4 ^e année (bois de chauffe)
<i>Gmelina arborea</i>	0	Rustique	Résistance moyenne au feu	Piquets vivants pour barbelés ; pare-feu derrière anacardiens ; rabattu pour former une barrière : ne résiste pas au feu
<i>Azadirachta indica</i>	-		Pousse mal sur sol peu épais (cuirasse) ; sensible au feu	
<i>Acacia holosericea</i> , <i>A. crassiparva</i>	- -		Maladies (pas de survivants au bout de 2 ans)	
<i>Calliandra calothyrsus</i>	-		Sensible au feu	
<i>Gliciridia sepium</i>	-		Sensible au feu	Alimentation des animaux en saison sèche
<i>Anacardium occidentale</i>	0	Rustique, résistant au feu	Croissance lente	Fixation du plateau cuirassé Pare-feu
<i>Cajanus cajan</i>	0	Rustique	Sensible au feu ; longévité ≤ 3 ans (cause : termites)	Sur cordon, 1 poquet/0,5 m ; alimentation des animaux en saison sèche ; pas de salissement des cordons
<i>Sesbania formosa</i> , <i>Albizia lebbek</i>	- -		Sensibles au feu ; moins rustiques que <i>C. cajan</i>	
Les épineux				
<i>Parkinsonia aculeata</i>	-		Très sensible au feu (pas de reprise ensuite) ; peu buissonnant	
<i>Ziziphus mucronata</i>	15	Meilleure espèce rencontrée : buissonnant, résistant au feu, rustique		
<i>Ziziphus mauritiana</i>	-		Moins rustique et moins buissonnant que <i>Z. mucronata</i> Résistance moyenne au feu	
<i>Bauhinia rufescens</i>	5	Rustique ; résistant au feu	moins buissonnant que <i>Z. mucronata</i>	Plantation plus serrée (0,5 m) que <i>Z. mucronata</i>
<i>Acacia nilotica</i> , <i>Erythrina senegalensis</i>	- -		Très sensibles au feu (pas de reprise ensuite)	

T* (minutes) : temps de trempage de la semence dans l'acide sulfurique concentré.

- : non renseigné.

Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture

En zone centre, l'agriculture itinérante a des contraintes lourdes, comme la pénibilité du défrichage et l'éloignement des parcelles (plusieurs kilomètres), avec, pour conséquence, la destruction de la savane arbustive et des massifs forestiers. Pour être acceptées par les paysans, les propositions techniques ne doivent pas être plus exigeantes que le système traditionnel en temps de travail, elles doivent utiliser le minimum d'intrants et limiter les déplacements. L'alternance de jachères améliorées et de cultures en semis direct sur mulch répond à ces critères. En zone nord, où le cotonnier domine, les jachères longues (plus de 10 ans) ne peuvent plus être pratiquées. Les systèmes de culture améliorés, présentés dans le dossier précédent, ne suffisent pas à préserver la fertilité à long terme sans apport élevé d'intrants ou de matière organique. Les techniques de semis direct sur plantes de couverture sont une solution pour le maintien de la fertilité et pour la lutte contre l'érosion. Elles facilitent aussi la gestion du calendrier cultural et sont économes en intrants. Certains résultats observés sur les sites expérimentaux de Tcholélevogo au nord et de Brobo dans le centre sont aujourd'hui vulgarisables.

La zone des savanes de Côte d'Ivoire comprend deux domaines climatiques liés à des modes de production spécifiques (figures I.1 et III.1). La sécurité climatique du nord durant les six mois de saison des pluies a permis le développement d'une agriculture relativement fixée, avec des systèmes de culture fondés sur le cotonnier, en traction animale et avec l'emploi d'intrants ; le double obstacle est l'impossibilité de garder des jachères assez longues pour restaurer la fertilité des sols et la difficulté de proposer des solutions agronomiques économes, comme on l'a vu dans l'article précédent. Au contraire, dans le centre, l'agriculture manuelle itinérante est généralisée ; la saison des pluies de neuf mois, pour une pluviométrie équivalente à celle de la zone nord, n'offre aucune stabilité économique à la sédentarisation des exploitations et à la pratique d'une agriculture classique avec intrants (THURIET, 1992). Les cultures habituelles sont peu sensibles aux stress hydriques, comme l'igname et le manioc, installées en ouverture de jachère et suivies, la deuxième année, par du maïs ou de l'arachide ; la durée d'occupation du sol excède rarement trois ans, à cause de l'envahissement par les mauvaises herbes (DOUMBIA, 1988). Plus encore que pour la zone nord, la disparition des massifs forestiers est inéluctable si aucune solution, capable de se substituer au système traditionnel, n'est proposée à court terme aux agriculteurs de cette région.

Les objectifs d'amélioration pour les deux zones

Les problématiques de la zone nord et de la zone centre sont différentes bien qu'elles concourent au même but : faire vivre les populations rurales dans un espace limité, en alternant une partie du terroir en cultures et une autre en jachère améliorée de durée la plus courte possible. Dans tous les cas, il faut des systèmes rentables, durables et peu coûteux en intrants.



Tcholélévogo.

Zone nord

Les solutions applicables découlent des trois constats suivants :

- les propositions d'amélioration décrites dans le dossier précédent ne permettent de fixer l'agriculture qu'avec, à long terme, une augmentation des intrants. Effectivement, la culture continue à fort niveau d'intrants n'est ni accessible à tous les agriculteurs ni forcément rentable à long terme ;
- la jachère de longue durée, qui représentait le système stable traditionnel, ne peut plus être pratiquée ;
- la production de fumier et d'autres matières organiques élaborées reste très inférieure aux quantités

nécessaires compte tenu des surfaces actuellement cultivées.

De plus, dans tous les cas, les terroirs sont traditionnellement délimités : les villageois sont finalement dans l'obligation de gérer un espace fini (hormis les jeunes qui partent vers le sud de la Côte d'Ivoire pour cultiver l'igname).

Dans ce cadre, comment restaurer et maintenir la fertilité au moindre coût ? Le but est d'obtenir un système stable, c'est-à-dire dont la production est régulière dans le temps malgré les aléas économiques et climatiques. Dans une majorité de terroirs, excepté dans la zone dense

autour de Korhogo, les agriculteurs peuvent encore faire des jachères, mais leur durée est de plus en plus courte (moins de 3-4 ans) : elles ne suffisent donc plus à la restauration de la fertilité (il faut au moins dix ans pour ces types de sol). La situation actuelle permettant un système de parcelles tournantes avec ces jachères courtes, il est tout à fait possible de gérer un assolement avec une jachère très courte et une rotation culturale toujours fondée sur le cotonnier (50 % de l'assolement) ; il existe des plantes bien adaptées, produisant beaucoup de masse végétale, qui sont capables, en une ou deux années, de restaurer la fertilité des terres. Si cela change finalement peu de choses au niveau de l'exploitation, cela modifie en revanche beaucoup les données de qualité de sol. Dans ce contexte de réduction de l'espace disponible, la mise en valeur durable des sols argilo-sableux demande aussi des solutions qui supprimeraient certaines difficultés liées à leurs caractéristiques physico-chimiques.

Zone centre

Si l'agriculture itinérante de défriche-brûlis impose un travail peu rentable, c'est l'unique solution de survie, pour laquelle le seul intrant

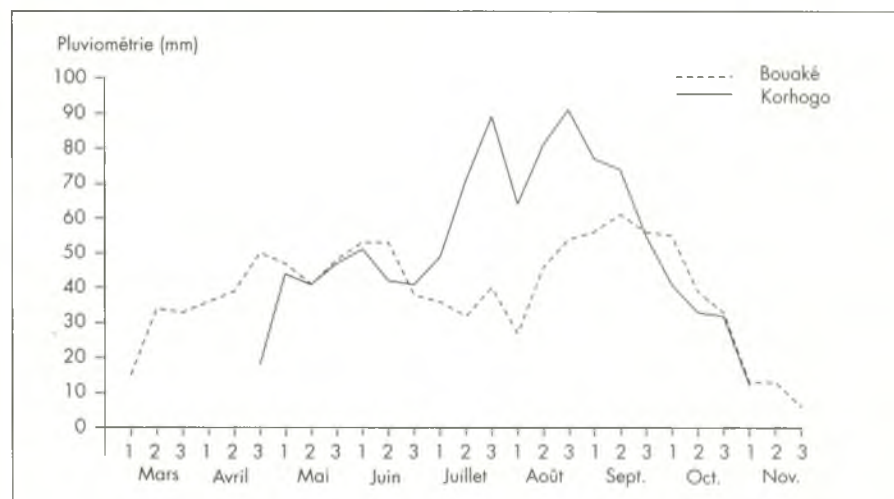


Figure III.1. Pluviométrie décadaire à Bouaké (zone centre) et à Korhogo (zone nord). Moyenne de 1950 à 1996.



Dans la région centre, à Brobo, la différence de végétation entre un sorgho en semis direct sur mulch de *Pueraria* (à gauche) et un sorgho en itinéraire classique (à droite) est spectaculaire.

est la main-d'œuvre. Les contraintes ne sont pas des moindres : dégradation des massifs forestiers, distances importantes depuis l'habitation, travail de défrichage très pénible. Elle ne dégage quasiment pas de trésorerie.

Comment limiter ces obstacles sans instaurer la culture continue, très risquée sur les plans technique et économique dans cette écologie (figure III.1) ? Il devient nécessaire d'évoluer d'une itinérance tous les 2-3 ans avec un fort besoin en main-d'œuvre à la défriche vers une sédentarisation sur un espace fini. Du point de vue de l'agriculteur, le système fixé idéal pourrait se résumer ainsi : défrichage et travail du sol réduits au minimum, suppression des problèmes de salissement des parcelles par les mauvaises herbes. L'installation d'une jachère améliorée de plantes de couverture pendant un an ou plus, suivie d'une année de culture sur mulch, semble le seul système compétitif par rapport au système traditionnel (peu de main-d'œuvre, pas de trésorerie, moins de transport des récoltes, minimum d'intrants). De plus, les massifs forestiers

seraient préservés. Les sols sableux gris très pauvres, en bas de pente, pourraient être cultivés de façon durable grâce à ces techniques.

L'objectif technico-économique est la recherche de la stabilité du système dans le temps. Il faut donc multiplier les possibilités d'adaptation par rapport aux aléas climatiques : trouver des systèmes économes en eau, avec des cultures diversifiées et, pour chacune d'elles, utiliser des variétés de cycle différent.

Conclusion

Pour répondre à l'ensemble de ces objectifs, des systèmes novateurs sont possibles, comme ceux qui alternent l'installation de plantes dites de couverture, seules pendant six mois à un an ou plus (jachère améliorée et courte), et les cultures semées dans le mulch issu de ces plantes. Le sol est donc couvert en permanence par ce mulch durant la période de culture et par sa végétation vive le reste du temps. Le semis des cultures est effectué en poquets, manuellement ou avec un semoir adapté. Il ne s'agit pas de culture

continue, mais d'agriculture fixée à l'intérieur d'un terroir dont une partie est cultivée et l'autre couverte par des plantes productrices de matière verte.

Les dispositifs de recherche

Dès la mise en place du dispositif semi-contrôlé de Tcholélevogo au nord, des collections de plantes de couverture, locales ou importées, ont été testées par la recherche dans le but, à moyen terme, d'adapter le semis direct - déjà au point au Brésil et en cours d'adaptation dans d'autres régions tropicales (MICHEL-LON et PERRET, 1996 ; ROLLIN, 1998 ; SEGUY *et al.*, 1996, 1998). Entre 1989 et 1993, les tests menés en petites parcelles ont permis de trier les plantes (tableau III.1), de définir les itinéraires techniques de culture dans un mulch, de mettre au point l'utilisation des herbicides (maîtrise de la plante de couverture) et d'observer les éventuels effets gênants sur les cultures. Certaines grandes parcelles ont été ensuite orientées vers ces systèmes : l'année 1994 a été consacrée à l'installation des plantes de couverture, puis, à partir de 1995, les cultures ont été mises en place dans les mulchs. On comptait, en 1995, 25 hectares de plantes de couverture sur les différents types de sol à l'intérieur des unités aménagées. Le dispositif a été conçu pour comparer ces nouveaux systèmes aux techniques qui ont donné les meilleurs résultats en traction animale ou motorisée, en fonction du niveau de fertilisation des cinq années antérieures.

En zone centre, le dispositif a été construit en 1994 à Brobo, à 60 kilomètres à l'est de Bouaké à l'intérieur d'une forêt classée, avec un groupement d'agriculteurs encadré par la Sodefor, inquiète de la dégradation rapide des massifs forestiers dont elle avait la gestion (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). L'objectif était de trouver des solutions, sans

avoir recours au traditionnel feu de brousse, pour sédentariser les familles rurales chassées des forêts classées replantées en tek en 1993. Le dispositif expérimental, situé sur deux toposéquences couvertes par une savane arbustive, occupait 75 hectares et recoupait les deux types de sols les plus représentatifs de la région : des sols sablo-argileux gravillonnaires relativement riches et des sols sableux gris de bas de glacis très pauvres. Environ 30 hectares d'espèces de couverture ont été installés sur les deux unités, aménagées avec des ados en courbe de niveau plantés de manguiers et de goyaviers et clôturées par une haie vive de *Ziziphus mucronata*. Sur la station de Bouaké, des collections de plantes avaient été auparavant testées (tableau III.1).

Dans les deux sites, Les résultats sont disponibles pour les années 1995, 1996 et 1997.

Les protocoles

Zone nord

Au départ, l'objectif était de comparer, en grandes parcelles, la culture continue avec travail du sol et les systèmes alternant 1, 2, 3 ou 4 années de plantes de couverture avec introduction de l'élevage, suivies d'une année de culture sur mulch. Ces expérimentations devaient être menées sur deux types de sol :

- sol argilo-sableux, en particulier pour le problème de la compaction ;
- sol gravillonnaire, à deux états de fertilité (sol après longue restauration par une jachère de plus de 40 ans et sol cultivé après une jachère courte de 6 ans).

Pour des raisons financières, cet ensemble n'a pu être réalisé en totalité. Après l'installation de 30 hectares de plantes de couverture en 1994, les premières actions ont été les suivantes (tableau III.2) :

- privilégier les sols argilo-sableux. Comparaison de la culture continue, en gardant les grandes parcelles cul-

tivées depuis 1990, et du semis direct sur couverture végétale (mesure physique des sols par rapport à la compaction), associée à l'introduction d'une technique supplémentaire, la pellétisation ;

- observer l'effet des plantes de couverture dans le cas des cultures sur sols gravillonnaires et, également, en présence de *Striga hermonthica*.

Du fait des contraintes matérielles, les recherches ont surtout concerné *Pueraria phaseoloides*, plante la plus intéressante — vivace, saine, masse végétale importante, adaptée au nord comme au centre, pas d'effet gênant sur les cultures (tableau III.1). Pour les mêmes raisons, les superficies mises en culture en semis direct sont restées modestes et n'ont pas permis l'évaluation des temps de travaux, de la valorisation de l'heure de travail et des marges nettes.

Zone centre

Le but était de comparer, en grandes parcelles, le semis direct sur plusieurs espèces végétales de couverture et le système traditionnel avec

labour à la daba, tout en multipliant les moyens de s'affranchir des aléas climatiques — plusieurs dates de semis pour différentes cultures et variétés. La jachère naturelle de 1 à 4 ans, suivie d'une année de culture sur labour, est comparée avec 1 à 4 années de plante de couverture, suivie d'une culture sur mulch. En 1994 et 1995, 30 hectares de plantes de couverture ont été semés à cet effet sur les deux types de sols.

Pour les mêmes raisons financières, il a été effectué des démonstrations en petites parcelles (parcelle élémentaire : 200 m²) comparant le semis direct et la culture sur labour, avec plusieurs dates de semis et plusieurs variétés et avec ou sans fertilisation (tableaux III.2, III.3).

S'est greffé sur ces tests la pellétisation des semences, dans le but d'étudier d'une part, la lutte contre les insectes et les maladies fongiques en début de cycle en semis direct et, d'autre part, la possibilité de diminuer, grâce à cette technique, l'emploi des intrants en cours de culture.



Tapis vivant d'*Arachis pintoi* avant mise en culture. Brobo.

Tableau III.1. Les 45 légumineuses testées en plantes de couverture. Seules quelques espèces ont pu assurer une couverture suffisante du sol durant toute l'année : les espèces suivies d'une * sont celles qui ont donné les meilleurs résultats de comportement au nord et au centre (*Pueraria phaseoloides*, *Cassia rotundifolia*, *Stylosanthes guianensis*) ; celles suivies de ** se sont bien comportées uniquement au centre (*Calopogonium mucunoides*, *Arachis pintoi*). Certains éléments du tableau ne sont pas renseignés (-). T représente le temps de trempage des graines dans l'acide sulfurique concentré (minutes).

Espèce	Longévité en saison sèche en zone nord	Couverture du sol en fin de saison sèche après 1 an de végétation en zone nord	Avantages spécifiques	Inconvénients spécifiques	T (minutes)
<i>Pueraria phaseoloides</i> *	pérenne	très épaisse	adaptation excellente nord et centre, bon comportement des cultures sur cette couverture, très saine	pousse mal sur sols très pauvres (sableux gris du centre)	20
<i>Cassia rotundifolia</i> *	pérenne	épaisse	bon comportement en sol pauvre bonne adaptation nord et centre	très envahissant, effet allélopathique négatif possible sur cotonnier	20
<i>Stylosanthes guianensis</i> *	pérenne	épaisse (tiges surtout)	légumineuse fourragère bonne adaptation nord et centre		5
<i>Stylosanthes hamata</i>	semi-pérenne	moyenne	légumineuse fourragère (se resème très bien)		0
<i>Aeschynorene histrix</i>	pérenne	moyennes (tiges surtout)	légumineuse fourragère		-
<i>Calopogonium caeruleum</i>	pérenne	épaisse		fructification difficile en saison sèche	10
<i>Calopogonium mucunoides</i> **	annuelle	épaisse	bonne adaptation au centre	difficilement utilisable en zone nord si elle n'est pas installée seule, effet allélopathique négatif possible sur légumineuses. Se resème moins bien dans son mulch. Germination échelonnée et continue dans la culture dès que les conditions sont favorables. Photosensible.	0
<i>Desmodium ovalifolium</i>	annuelle	faible			10
<i>Centrosema</i> - <i>pubescens</i> - <i>brasilianum</i> - <i>macrocarpum</i>	pérennes	moyenne		ont tendance à grimper sur la culture	10
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	pérenne	épaisse		sensible au <i>Rhizoctonia</i>	10
<i>Macroptilium lathyroides</i>	pérenne	faible			-

Espèce	Longévité en saison sèche en zone nord	Couverture du sol en fin de saison sèche après 1 an de végétation en zone nord	Avantages spécifiques	Inconvénients spécifiques	T (minutes)
<i>Stylobium aterrimum</i> (Mucuna)	annuelle	faible	intéressant au centre pour lutte contre <i>Cyperus rotundus</i> et <i>Imperata cylindrica</i> (obtention d'une masse végétale importante qui domine la flore en 2 mois en semis dense)	grosses graines quantité de semences importante	0
<i>Canavalia ensiformis</i>	pérenne	faible (tiges surtout)			0
<i>Arachis pintoi</i> **	annuelle	très faible	pérenne en zone centre ; bonne couverture vive		0
<i>Dolichos lablab</i>	annuelle	faible	se comporte bien en sol pauvre		0
<i>Psophocarpus palustris</i>	annuelle	faible		sensible au <i>Rhizoctonia</i>	-
<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	annuelle	faible			10
<i>Sesbania</i> - <i>speciosa</i> - <i>macrocarpa</i> - <i>pachycarpa</i> - <i>platicarpa</i>	pérennes	faible	enracinement très puissant		10
<i>Crotalaria</i> - <i>juncea</i> - <i>goreensis</i> - <i>retusa</i>	annuelle	faible	enracinement puissant		0
<i>Desmodium</i> - <i>aspedum</i> - <i>scorpiurus</i> - <i>tortuosum</i> - <i>triflorum</i>	annuelles	faible			-
<i>Eriosema</i> - <i>glomeratum</i> - <i>psoraloides</i>	annuelles	faible			-
<i>Indigofera</i> - <i>colutea</i> - <i>hirsuta</i>	annuelles	faible			20
<i>Lotononis bainesii</i>	annuelle	faible			5
<i>Lotus uliginosus</i>	annuelle	faible			0
<i>Melliniella micrantha</i>	annuelle	faible			10
<i>Tephrosia</i> - <i>bracteolata</i> - <i>elegans</i> - <i>erhenbergiana</i> - <i>pedicellata</i>	annuelles	faible			- - - 10
Trefle du Kenya	annuelle	faible			10
<i>Vigna pubigera</i> , <i>Zornia glochydiata</i>	annuelles	faible			-

Tableau III.2. Récapitulatif des protocoles mis en place à Tcholélévo et à Brobo en 1995, 1996 et 1997.

CENTRE						
Année	Type de sol	Précédent cultural année - 2	Précédent cultural année - 1	Gestion du sol	Culture	Niveau d'intensification (par hectare)
1995	gravillonnaire	jachère	jachère	labour manuel (+ buttes igname)	maïs, sorgho, coton, soja, arachide, niébé, igname	toutes parcelles 1995 : F0 : pas de fertilisation F1 : 30 P semis légumineuses, 30 P semis + 45 N végétation céréales et cotonnier
1996	gravillonnaire	jachère	<i>Pueraria Calopogonium</i>	zéro labour	idem	
	gravillonnaire	jachère	<i>Pueraria</i>	zéro labour	maïs, sorgho, coton, arachide, niébé	F0 : semences pelletisées F1 = F0P + 30 P (+ 45 N sur coton et céréales) F2 : F0P + 20 N - 60 P - 60 K + 60 N sur céréales et coton + 1 000 kg phosphate tricalcique + protection totale contre insectes
1997	gravillonnaire	cultures (parcelles 1995)	jachère	labour manuel (+ buttes igname)	riz, soja, coton, igname	nul sur igname F0P : semences pelletisées F1 = F0P + 30 P (+ 45 N riz, coton)
	gravillonnaire	cultures (parcelles 1995)	<i>Pueraria</i>	zéro labour	idem	idem
NORD						
1995	gravillonnaire	maïs + <i>Striga</i>	<i>Pueraria, Calopogonium, Cassia, Macroptilium, Centrosema, Tephrosia</i> , jachère	zéro labour	maïs	F0 : 20 N - 30 P - 30 K F1 : F0 + 45 N en végétation
1996	argilo-sableux	riz, coton	riz, coton	T1 : semis sur labour traction animale depuis 1990	riz, coton	toutes parcelles 1996 : F0 : 30 K semis + 25 N végétation F0P : F0 + pelletisation F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation + semences pelletisées F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation + 1 000 kg phosphate tricalcique + semences pelletisées + protection totale insectes
	argilo-sableux	riz, coton	riz, coton	T2 : semis sur labour culture motorisée depuis 1990	riz, coton	
	argilo-sableux	riz, coton	<i>Pueraria</i>	zéro labour (T1 depuis 1990)	riz, coton	
1997	argilo-sableux	riz, coton	riz, coton	T1	coton, maïs	idem 1996
	argilo-sableux	riz, coton	riz, coton	T2	coton, maïs	idem 1996
	argilo-sableux	<i>Pueraria</i>	<i>Pueraria</i>	zéro labour (T1 1990-1995)	coton, maïs	idem 1996
	gravillonnaire	jachère	jachère	T1	riz, maïs, coton	idem 1996
	gravillonnaire	jachère	<i>Pueraria</i>	zéro labour	riz, maïs, coton	idem 1996

Tableau III.3. Composantes du dispositif mis en place en 1995 en zone centre : l'association de trois dates de semis et de trois variétés, permettant 9 combinaisons. Si certaines pourraient très bien être vulgarisées, d'autres n'ont pas d'application (exemple : semer tard une variété à cycle long) et ne sont là qu'à titre démonstratif.

Culture	Date de semis	Variétés	Densité	Fertilisation
Maïs	25-03	CSP (85 j)	0,8 x 0,4 m, 2 grains	toutes parcelles 1995 : F0 : pas de fertilisation
	21-6	EV 8731SR (95 j)	idem	F1 : 30 P semis légumineuses,
	20-07	F 9143 (120 j)	idem	30 P semis + 45 N végétation céréales et cotonnier
Riz pluvial	24-03	IDSA 10 (105 j)	0,3 x 0,3 m	idem
	20-06	Iguape (125 j)	idem	idem
	18-7	Dissou (140 j)	idem	idem
Sorgho	13-04	CE 180-33 (85 j)	0,6 x 0,6 m, 3 grains	idem
	19-07	ICSV 1063 (100 j)	idem	idem
	28-08	GD 129 (+ 135 j)	idem	idem
Coton	16-06	ISA 205 K	0,8 x 0,4 m	idem
	18-07			
Arachide	14-04	KH 149A (100 j)	0,3 x 0,3 m, 2 grains	idem
	19-07	M 705-74 (125 j)	idem	idem
	23-08	RMP 91 (135 j)	idem	idem
Soja	20-04	IAC 8 (95 j)	idem	idem
	19-07	Emgopa 308 (105 j)	idem	idem
	22-08	BR 83 (120 j)	idem	idem
Niébé (variétés locales)	6-06	cycle court érigé	0,5 x 0,5 m, 3 grains	idem
	28-08	cycle moyen érigé	idem	idem
	18-09	cycle long rampant	idem	idem
Igname	6-06	Florido	1,3 x 1,3 m sur buttes	0
			1 x 1 m en zéro labour	0

Les itinéraires techniques : principes généraux appliqués sur les dispositifs

Pour les petits agriculteurs de Côte d'Ivoire, il est peu envisageable de bloquer une surface productrice pour installer une plante de couverture. Seuls des systèmes alternant six mois d'une plante à fort développement (par exemple *Mucuna* semé seul en premier cycle) et six mois de culture (semée sur le mulch) sont envisageables pour la zone centre, en particulier pour maîtriser les adventices *Imperata cylindrica* et *Cyperus rotundus*. Dans les autres cas, la plante de couverture est installée avec une culture dont l'écarte-

ment est important, comme le maïs, et qui est semée le plus tôt possible, mars en zone centre, début mai en zone nord. La fiche technique n° 2 intitulée « Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides* » donne tous les détails nécessaires pour mettre en place un système de culture incluant cette légumineuse.

Le semis de la plante de couverture dans la culture

Deux itinéraires peuvent être suivis en fonction de la croissance végétative de la plante de couverture : semis simultané avec celui de la culture ou semis en dérobée au moment du premier sarclage.

Pour les plantes de couverture à petites graines et démarant lentement, plante cultivée et plante de couverture peuvent être semées

simultanément. Cela suppose que la flore adventice soit pratiquement inexistante, sur défriche par exemple, ou maîtrisée par un herbicide de pré-levée sélectif des deux plantes. Le développement de la plante de couverture est ensuite contrôlé les premières semaines, si nécessaire, avec un herbicide de post-levée à faible dose sélectif de la culture. Une fois la culture développée, la plante de couverture ne fait que végéter par manque de lumière jusqu'à la récolte.

Quel que soit le type de plante de couverture, le semis peut aussi être fait en dérobée dans la culture, soit juste avant le sarclage manuel, ce qui permet d'enfouir les graines, soit après la rémanence de l'herbicide de pré-levée, avec nécessité de recouvrir les graines manuellement ou mécaniquement si le semis est effectué à la volée.



Installation de la plante de couverture (*Pueraria*) en plante dérobée dans le sorgho en première année de mise en route du système fondé sur le semis direct. Brobo.

Le semis des cultures dans le mulch

Dans la zone nord, lorsque la plante de couverture est installée en dérobée dans la culture, la saison des pluies est trop courte pour que son développement soit suffisant avant l'arrivée de la saison sèche. Il est nécessaire de laisser la plante de couverture en place l'année suivante. Les plantes annuelles, si elles ne sont pas installées seules, sont donc à éliminer pour cette écologie, dans la mesure où leur fructification est souvent trop faible pour assurer leur pérennité l'année suivante.

En zone centre, il reste quatre mois de saison des pluies après la récolte des cultures semées en mars. Les plantes volubiles peuvent alors produire une masse végétale suffisante pour être reprises l'année d'après avec une culture. Cette option est intéressante pour les plantes annuelles. Pour les plantes vivaces,

il est conseillé, dans cette région où l'accès à la terre est assez facile, de les laisser en place une année pour produire un maximum de matière verte.

Le contrôle de la plante de couverture avant le semis des cultures est fonction de sa longévité. Au moment du semis, les plantes annuelles de couverture forment un mulch mort. En revanche, elles se multiplient par graines, en général non dormantes, qui germent dès les premières pluies. La destruction des plantules avec un herbicide est nécessaire avant l'installation des cultures dans le mulch, pour éviter une concurrence trop forte. Pour les plantes de couverture vivaces, leur développement se fait, dès les premières pluies, à partir des organes de réserve. On peut alors les utiliser de deux façons :

- en couverture morte (mulch). La plante est totalement détruite avec un herbicide. Elle doit alors être ressemée soit en dérobée dans la culture (le semis à la volée est possible dans le mulch), soit après la récolte (en zone centre seulement), pour que le système se reproduise d'une année à l'autre ;
- en couverture vive. La plante n'est pas tuée ; son développement est simplement maîtrisé avec un herbicide à faible dose jusqu'à ce que la culture forme un ombrage suffisant. Le système se pérennise alors sans autre intervention. Pour les plantes rampantes peu volubiles, comme *Arachis pintoi*, on peut ne contrôler que la ligne de semis dans le cas d'une culture à faible peuplement.

Des résultats agronomiques qui dépendent du sol

Avec *Pueraria*, les résultats sont intéressants dans les deux zones et pour les trois années expérimentales, tant sur le plan de la production que pour l'amélioration des propriétés physiques des sols. Les systèmes de culture testés ont un comportement différent, non seulement selon le type

de sol mais aussi en fonction de la fertilité de départ. Les sols de la zone nord ont été décrits dans le dossier précédent ; les sols de type gravillonnaire sont majoritaires aussi bien en zone nord qu'au centre. En revanche, les sols argilo-sableux ne sont rencontrés qu'au nord alors que les sols sableux sont spécifiques de la région centre et couvrent des bas de glacis de plusieurs kilomètres de long.

Sur les sables gris du centre

Traditionnellement, les sols sableux gris ne sont cultivés en igname qu'une année en ouverture de jachère ; la récolte est de toute façon faible (3 à 5 t/ha de tubercules). Ensuite, *Imperata cylindrica* s'installe. Ces sols ont une réserve utile en eau et une fertilité organique et chimique très faible ; on les considère impropres à la culture à cause de leur pauvreté et de leur hydromorphie. *Pueraria* s'y développe mal ; il reste chétif et jaunâtre. D'autres plantes, comme *Stylosanthes* sp. et *Cassia rotundifolia* se comportent mieux (tableau III.1). Deux solutions sont possibles :

- soit on installe des plantes, locales ou importées qui, grâce à leurs capacités intrinsèques, permettent de créer un véritable sol agricole ;
- soit on apporte un amendement préalable et quasiment n'importe quelle plante de couverture est possible. C'est ce qui a été testé avec *Pueraria*.

Avec 1 500 kilos par hectare de phosphate tricalcique en première année (apport conjoint de phosphore, calcium, magnésium, oligoéléments), *Pueraria* montre une excellente croissance végétative (observation de juillet 1997). Notons qu'un apport équivalent en engrais phosphaté supertriple ne donne pas ces résultats. L'amendement est alors apporté avant la confection des buttes d'igname (fiche technique n° 2 « Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria phaseoloides*) dont le mode de culture permet la distribution de

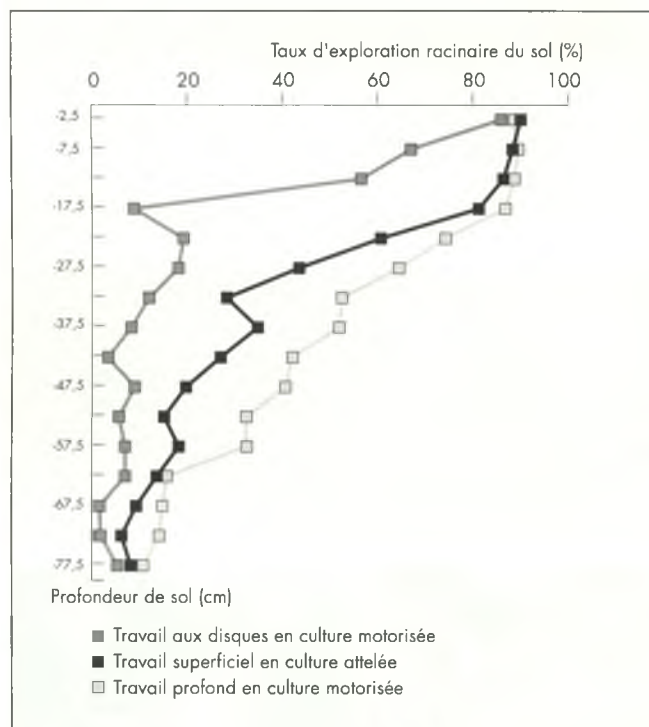


Figure III.2. Taux d'exploration racinaire de *Pueraria* dans les sols argilo-sableux de la zone nord, en fonction de la conduite culturale de la parcelle les années précédentes (mesure faite en avril 1996, d'après CHOPART J.-L.).

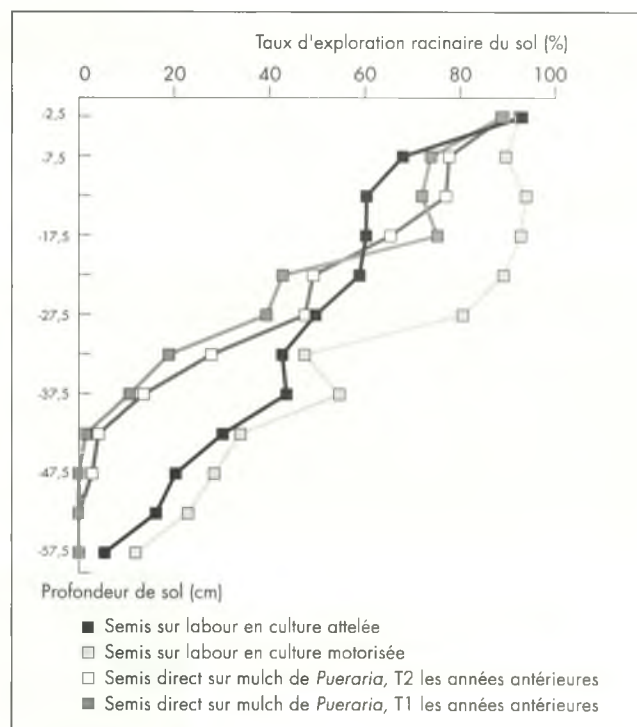


Figure III.3. Taux d'exploration racinaire du riz pluvial dans les sols argilo-sableux de la zone nord, en fonction de la conduite culturale de l'année et des années antérieures (d'après CHOPART J.-L., mesure faite en octobre 1996).

l'amendement sur les 40 premiers centimètres de sol. En deuxième année, les buttes sont cassées et maïs et *Pueraria* sont implantés. Si l'investissement de départ est important (150 000 FCFA/ha), il peut être amorti dès les premières années de culture. Cet effort conditionne l'exploitation durable de terres réputées inexploitable : cette possibilité nouvelle n'est pas négligeable alors que les problèmes fonciers se font jour.

Les sols argilo-sableux du nord

Les sols argilo-sableux de la zone nord sont très compacts : ils rendent difficiles non seulement l'enracinement des cultures mais aussi toutes les interventions culturales. Traditionnellement, ils sont peu cultivés. Avant la mise en place du système de culture, la décompaction du sol est nécessaire et réalisable de plusieurs manières. La plus rapide est un travail du sol profond (35 cm) en culture motorisée à la charrue à soc, ou mieux au chisel — moins de

technicité, moins de casse, moins exigeant quant à l'humidité du sol — : c'est un investissement rentable (30 000 à 40 000 FCFA/ha), amorti dès la première année avec la production du maïs. Si le labour est effectué en traction animale (10 cm), il est nécessaire d'installer, avant la culture, une jachère de *Pueraria* pour que son système racinaire et la macrofaune induite (insectes, vers de terre) restructurent les horizons compactés.

En 1996 et 1997, l'observation des profils racinaires est éclairante sur le processus de restructuration des sols. En 1996, la figure III.2 montre qu'en première année d'installation, l'enracinement de *Pueraria* est encore fortement conditionné par l'état de compaction initial lié au travail du sol antérieur. La même année, l'observation de l'enracinement du riz pluvial (figure III.3) en semis direct sur le mulch de *Pueraria* installé seulement dix mois avant sur un sol compacté, tend vers les mêmes conclusions : sur les 20 premiers centimètres, les racines du riz sont plus denses que dans le cas d'un semis sur

un travail du sol superficiel, mais plus dispersées dans les horizons sous-jacents ; en revanche, elles sont beaucoup moins denses qu'après un travail du sol profond à la charrue à soc en culture motorisée. En 1997, l'évolution est en revanche très sensible (tableaux III.4 et III.5). Dans le cas de la jachère à *Pueraria* (alors âgée de 22 mois), il n'y a plus de différence de profil racinaire sur les 30 premiers centimètres de sol quel que soit le type de travail antérieur (tableau III.4) ; de plus, après un travail superficiel, l'enracinement de *Pueraria* de 22 mois est très supérieur à celui de 10 mois dans l'horizon 15-25 cm. Les mesures d'infiltrométrie vont dans le même sens que l'observation des profils racinaires (tableau III.5) : pas de différence pour *Pueraria* de 22 mois, quel que soit l'état de compaction du sol, mais une différence très forte entre *Pueraria* de 22 mois et de 10 mois après un travail superficiel. En conclusion, dans les conditions de l'expérience, il faut au *Pueraria* deux années pour restructurer les sols compactés ; les rendements de cultures en semis

Tableau III.4. Mesure de l'enracinement de *Pueraria* sur sol argilo-sableux : profondeur maximale de sol (cm) pour laquelle plus de 80 % des mailles de 25 cm² ont au moins une racine (Tcholélévogo, avril 1997, d'après J.-L. CHOPART).

	10 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail profond
Profondeur (cm)	13	26	25

Tableau III.5. Mesure d'infiltrométrie réalisée en octobre 1997 à l'infiltromètre à disques (2 disques) : temps de submersion (minutes) en fonction de l'intensité de l'averse (Tcholélévogo, d'après J.-L. CHOPART).

Intensité de l'averse (mm/h)	10 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail superficiel	22 mois de <i>Pueraria</i> après travail profond
30	4	12	12
45	1,7	5	5
60	0,9	2,5	2,6

Calopogonium mucunoides en saison
des pluies, semé en dérobée
dans les cultures de la saison précédente.
Brobo.



direct sont alors élevés et supérieurs à tous ceux obtenus avec les autres modes de gestion des sols.

Dans ce domaine, une des voies de recherche serait de trouver des plantes qui restructurent le sol plus rapidement que *Pueraria* en jachère courte comportant une espèce à enracinement puissant. Du point de vue de la recherche, tout reste à faire : tests de collections de plantes, mise au point des systèmes de culture.

Les résultats de production du riz et du cotonnier vont bien dans le sens des mesures physiques. A Tcholélévogo, les rendements du cotonnier et du riz pluvial en semis direct sur mulch de *Pueraria* dépendent de l'état initial de compaction. En 1996,

après 10 mois de *Pueraria* (semis en juillet 1995) sur des parcelles travaillées superficiellement auparavant, les rendements obtenus sur les parcelles labourées sont équivalents ou supérieurs à ceux des parcelles en semis direct, sauf pour les faibles niveaux d'intrants (figures III.4a, III.4b). En 1997, l'effet de 22 mois de couverture de *Pueraria* est en revanche très net (figures III.4b, III.4c) : quel que soit le niveau d'intrants, les rendements du cotonnier et du maïs en semis direct sont supérieurs à ceux obtenus en système classique motorisé. Le mulch est également plus épais en 1997 (14 t/ha de matière sèche, au lieu de 6 t/ha en 1996).

Les sols gravillonnaires du nord et du centre

Zone centre

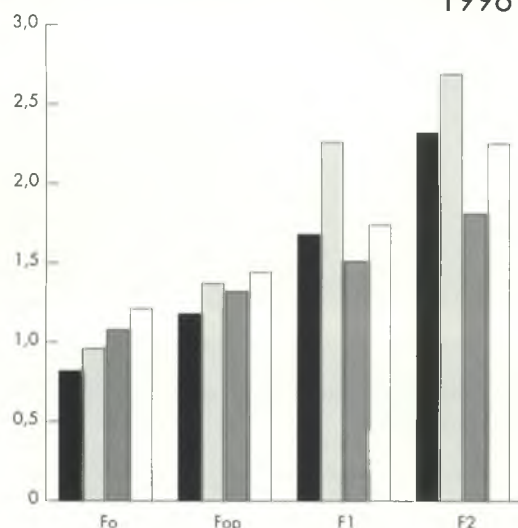
Après une année de culture, les mesures physiques traduisent une nette amélioration de la structure du sol en semis direct sur mulch de *Pueraria* par rapport au témoin traditionnel (tableau III.6) : pour une pluie forte, le ruissellement apparaît après une heure sur les parcelles travaillées, alors que, sous mulch, l'eau peut s'infiltrer dans le sol pendant un temps théoriquement infini.

Les résultats sur l'igname méritent une analyse particulière car cette culture est le pivot du système de

III.4a. Le cotonnier (1996, 1997).

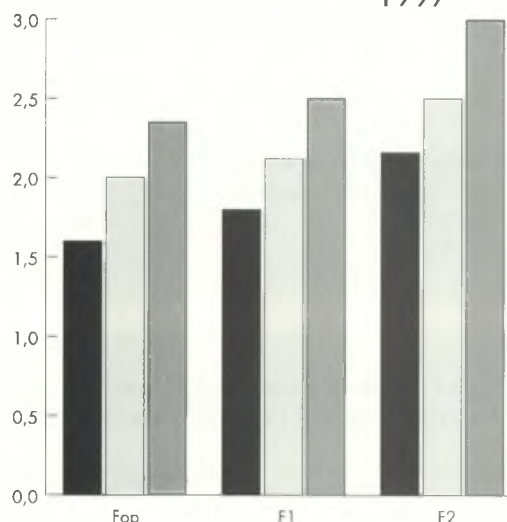
Rendement coton graine (t/ha)

1996



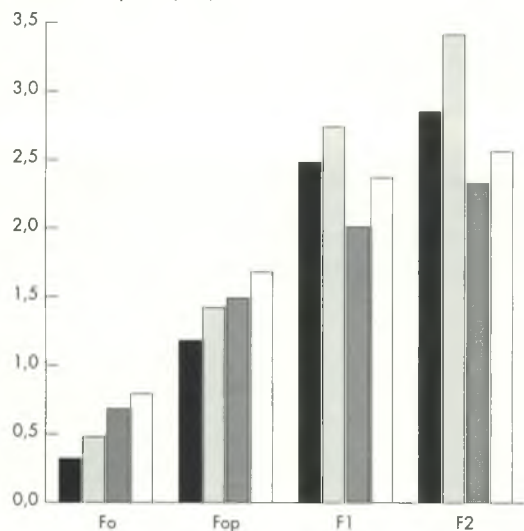
Rendement coton graine (t/ha)

1997



III.4b. Le riz pluvial (1996).

Rendement riz pluvial (t/ha)



III.4c. Le maïs (1997).

Rendement maïs (t/ha)

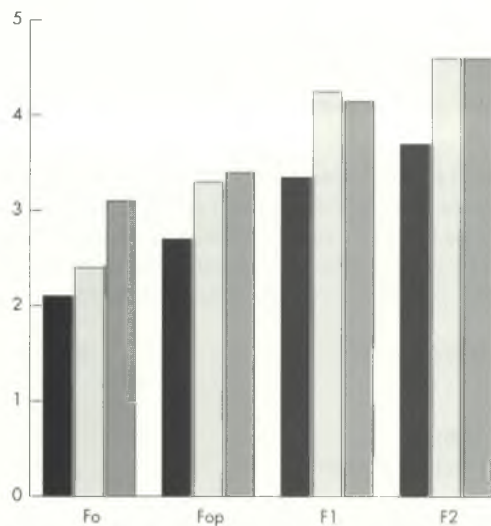


Figure III.4. Rendements des cultures en fonction du mode de gestion des sols, pour les fertilisation FO, FOP, F1 et F2, sur sol argilo-sableux de la zone nord.

FO, 30 K au semis + 25 N en végétation ;
 FOP, FO + semences pellétisées ;
 F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation ;
 F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.

■ T1 (semis sur labour en culture attelée)
 ■ T2 (semis sur labour en culture motorisée)
 ■ Semis direct sur mulch de *Pueraria* de 10 mois en 1996 et de 22 mois en 1997 (T1 les années antérieures)
 □ Semis direct sur mulch de *Pueraria* (T2 les années antérieures)

production (tableau III.7) (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). Pour la variété Florido, le rendement est multiplié par deux en semis direct sur mulch par rapport aux techniques classiques de plantation sur butte. En 1997, année de grande sécheresse en zone centre (figures III.5a, III.5b), seul l'igname planté sur mulch a donné une récolte.

L'analogie avec l'écosystème forestier, où les paysans cultivent parfois l'igname sans travailler le sol, comme au Cameroun, trouve ici une application concrète. La plantation de l'igname sur couverture végétale change totalement le système :
 – réduction drastique du travail de préparation (pas de buttes) et d'entretien ;

– plantation la plus dense possible (1 x 1 m au lieu de 1,3 x 1,3 m) d'où un besoin en semences un peu plus élevé ;
 – temps de récolte plus long.

Les rendements des céréales, du cotonnier et des légumineuses (figures III.6, III.7) sont toujours supérieurs à ceux obtenus avec des techniques classiques, sauf dans le cas

Tableau III.6. Caractéristiques hydrodynamiques à la surface du sol selon l'histoire parcellaire en fin de saison sèche. Sol gravillonnaire de la zone centre. Mesures *in situ* à l'infiltromètre multidisques pour une pression à la surface du sol à -20 mm d'eau, effectuée en février 1996 en zone centre (d'après CHOPART J.-L., février 1996).

	Semis de maïs sur labour manuel	Semis de maïs sur mulch de <i>Pueraria</i> installé en 1995	Semis de maïs sur mulch de <i>Pueraria</i> installé en 1994
Conductivité hydraulique Ko (mm/h)	33	62	92
Temps de submersion (minutes)			
– pluie de 45 mm/h	65	∞	∞
– pluie de 90 mm/h	9	6,5	∞

Tableau III.7. Rendements de l'igname sans fertilisation (t/ha), selon le précédent et le mode de gestion du sol. Sol gravillonnaire de la zone centre, années 1995 (pluviométrie favorable) et 1997 (pluviométrie défavorable).

Précédent	Confection des buttes manuellement	Zéro labour
1995		
– Jachère	8,86	-
– Un an de <i>Calopogonium</i>	6,45	7,73
– Un an de <i>Pueraria</i>	7,18	17,49
1997*	0	3,5

* : dispositif de 1995 pérennisé : 1994, *Pueraria* ; 1995, culture ; 1996, *Pueraria* ; 1997, igname.

Tableau III.8. Rendements 1997 sur sol gravillonnaire de la zone centre, en tonne par hectare. Le semis a été effectué début juillet après une pluie de 63 mm ; par la suite, il n'est tombé que 145,5 mm jusqu'au 10 octobre. Nous ne donnons que les résultats de F0P et F1 car les différences de rendement ont été gommées entre les niveaux d'intensification F0 et F0P d'une part, et entre F1 et F2 d'autre part, du fait de la sécheresse. En revanche, de fortes différences de végétation ont été observées en faveur des parcelles en semis direct sur *Pueraria*.

Mode de gestion du sol	Riz		Soja		Coton	
	F0P	F1	F0P	F1	F0P	F1
Labour manuel	0,7	1,0	1,2	1,2	1,3	1,6
Semis direct sur <i>Pueraria</i>	1,9	2,6	1,7	1,9	1,45	1,75

F0P : F0 + pellétisation. F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation. F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.

des légumineuses cultivées sur *Calopogonium*, sans doute à cause d'effets allélopathiques négatifs. Les productions de 1997 (tableau III.8) montrent bien l'intérêt de la plante de couverture par rapport au déficit hydrique et à la valorisation des intrants : le riz est le plus sensible à cet effet tampon. Sans intrant, le semis direct offre des rendements multipliés par deux par rapport au système manuel classique ; avec une fertilisation moyenne à forte, le surplus de production est de l'ordre de 30-50 % ; avec une fertilisation forte et de bonnes conditions pluviométriques (figure III.7), les résultats de

semis direct donnent une idée du potentiel du système impossible à atteindre avec les techniques classiques.

Rendements en zone nord : même tendance qu'au centre

Les tendances sont les mêmes sur les sols gravillonnaires en zone nord comme au centre, en particulier pour les bas niveaux d'intrants (tableau III.9) : par rapport aux systèmes classiques, rendements multipliés par deux sans fertilisation et 30-50 % de plus avec une fertilisation forte.

En zone nord, un moyen de lutte contre le striga

En zone nord, sur des parcelles cultivées pendant plus de 15 ans, envahies par *Striga hermonthica* et abandonnées par les agriculteurs, le semis direct sur mulch de *Pueraria*, *Calopogonium* ou *Cassia* cumule un effet positif sur la restauration du sol et sur la levée du striga (tableau III.10) : ce résultat montre que des voies biologiques existent pour limiter cette plante parasite.

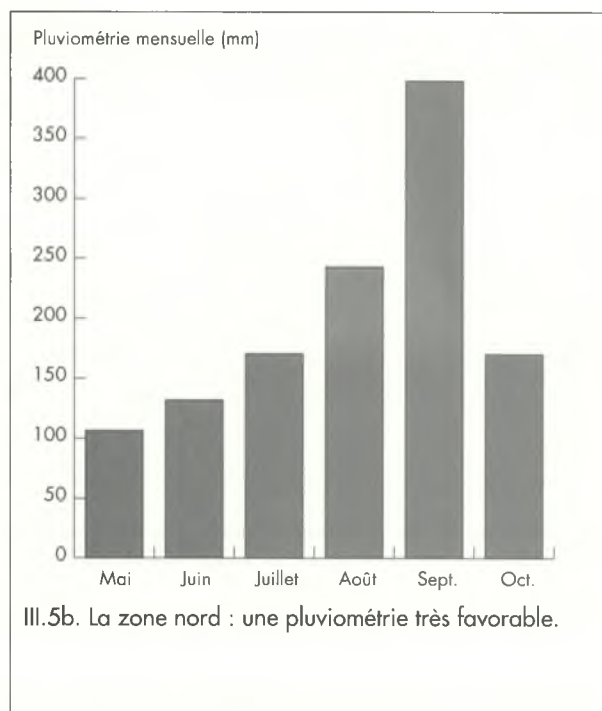
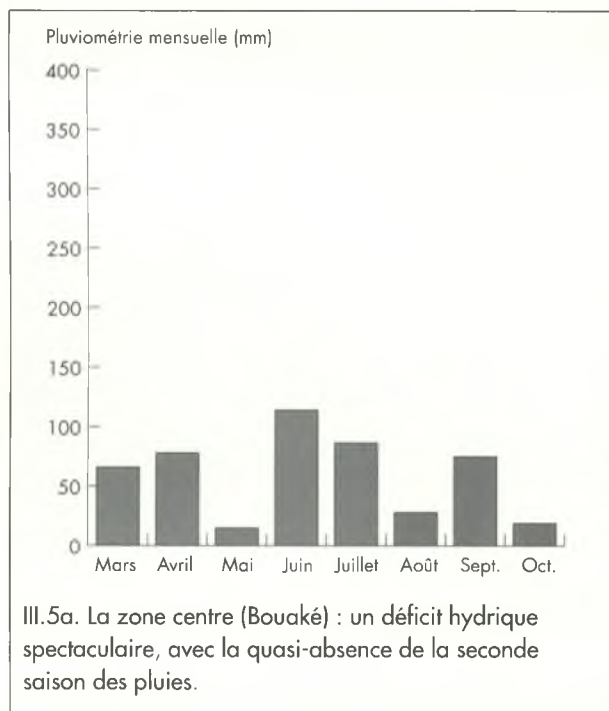


Figure III.5. La pluviométrie en 1997.

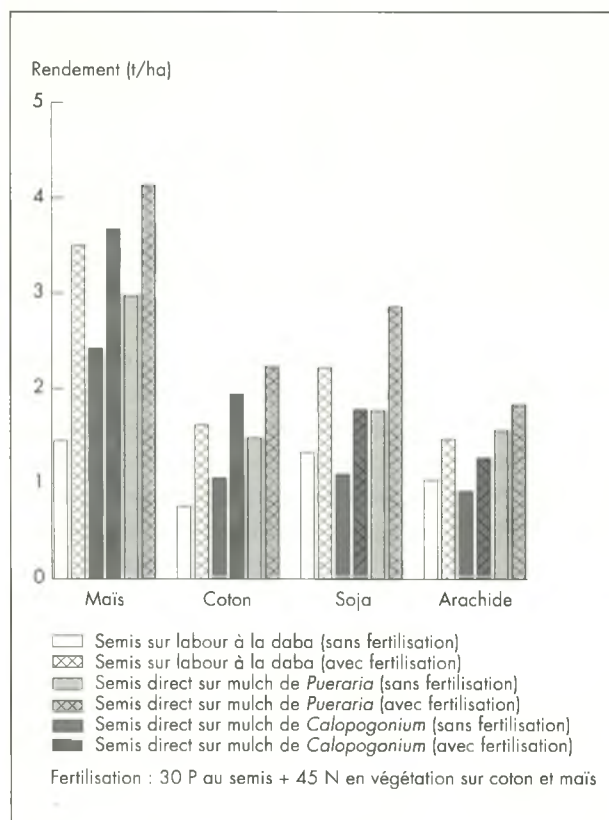


Figure III.6. Rendements des cultures en fonction du mode de gestion des sols et de la fertilisation, sur sol gravillonnaire de la zone centre. La tendance est la même quelle que soit la culture. Nous présentons ici les exemples du maïs, du cotonnier, du soja et de l'arachide (1995).

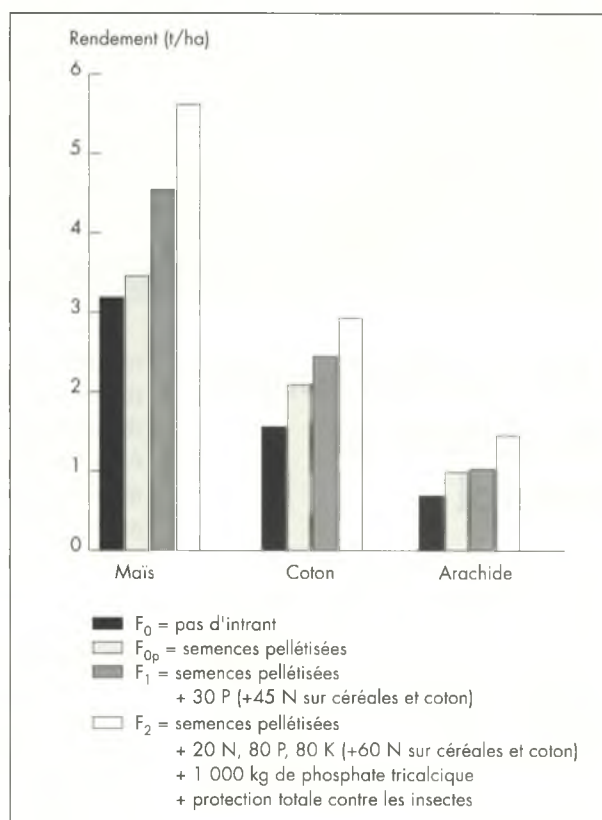
Figure III.7. Rendements des cultures en fonction du niveau d'intensification en semis direct sur mulch de *Pueraria*, sur sol gravillonnaire en zone centre. La tendance est la même quelle que soit la culture. Nous présentons ici les exemples du maïs, de l'arachide et du cotonnier (1996).

Tableau III.9. Rendements 1997 sur sol gravillonnaire en zone nord : l'effet marqué de la pellétisation associée au semis direct sur *Pueraria*. Le niveau d'intensification F2, avec les conditions pluviométriques favorables de 1997, donne une idée du potentiel des systèmes de culture.

	F0	F0P	F1	F2
Maïs				
– T1	1,50	1,75	2,00	2,80
– semis direct	2,80	3,15	3,35	4,20
Soja				
– T1	1,00	1,55	1,35	1,45
– semis direct	2,10	2,30	2,35	2,65
Riz				
– T1	-	2,35	3,30	3,85
– semis direct	1,70	3,05	3,55	3,80

T1 (semis sur labour sans reprise) après une jachère de 3 ans.

Semis direct sur *Pueraria* de 1 an après jachère de 2 ans.

F0 : 30 K semis + 25 N végétation.

F0P : F0 + pellétisation. F1 : 15 N - 45 P - 45 K semis + 45 N végétation. F2 : 30 N - 60 P - 60 K semis + 60 N végétation.

Tableau III.10. Levée de *Striga hermonthica* et rendement du maïs en fonction de la couverture du sol et de la fertilisation. Sol gravillonnaire de la zone nord, 1995.

Couverture	Pourcentage de pieds de maïs parasités par le striga (%)		Rendement du maïs (t/ha)	
	F0	FV	F0	FV
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,8	1,4	2,54	3,42
<i>Calopogonium mucunoides</i>	3,6	1,9	2,26	3,05
<i>Cassia rotundifolia</i>	18,4	7,3	2,31	3,00
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	98,0	93,0	1,25	1,42
<i>Centrosema pubescens</i>	100,0	98,0	1,12	1,41
<i>Tephrosia pedicellata</i>	100,0	100,0	0,91	0,84
Témoin (zéro labour après un an de jachère)	100,0	100,0	0,73	0,84

F0 : 20 N - 36 P - 36 K au semis ; FV : F0 + 46 N en végétation.

Une gestion souple du calendrier cultural

La souplesse de la gestion des travaux culturaux est liée, d'une part, au fait que le semis direct évite le labour et, d'autre part, à l'absence de contrainte de salissement de la parcelle avant le semis. Cela permet d'attendre, une fois la parcelle préparée, car les mauvaises herbes ne s'installent pas.

La préparation dure trois semaines et se déroule en trois étapes : rabattage de la plante de couverture (rouleau ou machette), pulvérisation d'herbicide pour la maîtriser ou la tuer (voir fiche technique n° 2), tassement

naturel du mulch. Ensuite, il suffit d'attendre les meilleures conditions d'humidité pour semer. Le mulch évite le développement de la flore adventice avant le semis et conserve, après le semis, une humidité favorable à la germination.

En zone centre

En zone centre, la difficulté réside dans l'imprévisibilité du climat — dates d'installation des deux saisons des pluies, quantités et répartition. Il est possible d'échelonner les semis durant la longue saison des pluies, en multipliant le nombre de combinaisons pour chaque culture (figure III.8) (DOUMBIA et CHARPENTIER, 1997). Trois dates de semis aux périodes les plus propices, avec trois

variétés de cycle différent, offrent ainsi neuf combinaisons. Ces systèmes, menés à très faible niveau d'intrants, sont beaucoup plus stables économiquement que les systèmes traditionnels et ils permettent d'étaler les ventes sur les marchés locaux avec, à certaines périodes, des prix très attractifs. On ne recherche pas le rendement maximal, mais la stabilité économique et la stabilité des rendements dans le temps. Cela peut être d'autant plus intéressant que les variétés utilisées ont une grande qualité de grain offrant une forte plus-value sur le marché. Il est possible de raisonner les apports d'intrants en fonction de l'état de la végétation pour une date de semis donnée.

Zone nord

Même si, en zone nord, le climat ne revêt pas un caractère aussi imprévisible qu'au centre, ces techniques permettent de tenir un calendrier de mise en place beaucoup plus performant que celui pratiqué classiquement (voir dossier précédent). Le semis direct sur mulch permet de suivre le calendrier optimal en s'affranchissant des contraintes de sarclage et de préparation des terres : il optimise les intérêts du zéro labour auxquels s'ajoutent les avantages du mulch — meilleure levée grâce à l'humidité conservée et sol moins compact qu'en semis dans les résidus de récolte, grâce à une structure de surface davantage poreuse.

Une productivité du travail accrue

Les techniques de semis direct sur couverture végétale permettent de supprimer plusieurs opérations culturales pénibles et coûteuses en main-d'œuvre, en particulier en culture manuelle :

- le défrichement et le nettoyage des sites en agriculture itinérante. Une fois installée, la couverture vive est exclusive des adventices ;
- le travail du sol, qui pose chaque année des problèmes de main-d'œuvre en zone centre, surtout pour la confection des buttes d'igname ;
- les sarclages manuels et l'emploi des herbicides de pré-levée.

En zone centre, dès la deuxième année de culture, les paysans effectuent habituellement un sarclage manuel sur le maïs et l'arachide et deux sarclages sur le cotonnier et le riz pluvial. En zone nord, un sarclage est nécessaire après la période de rémanence de l'herbicide de pré-levée (30 jours maximum). Avec le mulch de *Pueraria*, la flore adventice est pratiquement contrôlée, à l'exception de quelques espèces comme *Rottbellia exaltata* et *Euphorbia heterophylla* (voir fiche technique n° 2). L'utilisation d'herbicides de pré-levée n'est plus nécessaire. Aucun sarclage n'a été effectué sur le maïs dans les deux zones et sur le sorgho en zone centre. Sur les autres cultures, un sarclage rapide des adventices présentes est suffisant les 30 premiers jours de végéta-

tion, sans retournement du sol qui favoriserait la germination d'autres graines.

Conclusion : des recherches à poursuivre et des résultats vulgarisables

Les systèmes de jachère améliorée et de semis direct dans un mulch ouvert, d'après ces premiers résultats, des voies intéressantes pour une agriculture durable, préservatrice de l'environnement et peu coûteuse en main-d'œuvre et en intrants.

Sur les sols argilo-sableux en zone nord, on a vu que deux années d'une plante de couverture comme *Pueraria* permettait de restructurer des sols compactés par les passages répétés d'outils de travail superficiel pendant quatre ans. Sur les sols très pauvres, ces techniques sont certainement le moyen le plus efficace pour amortir à long terme l'investis-

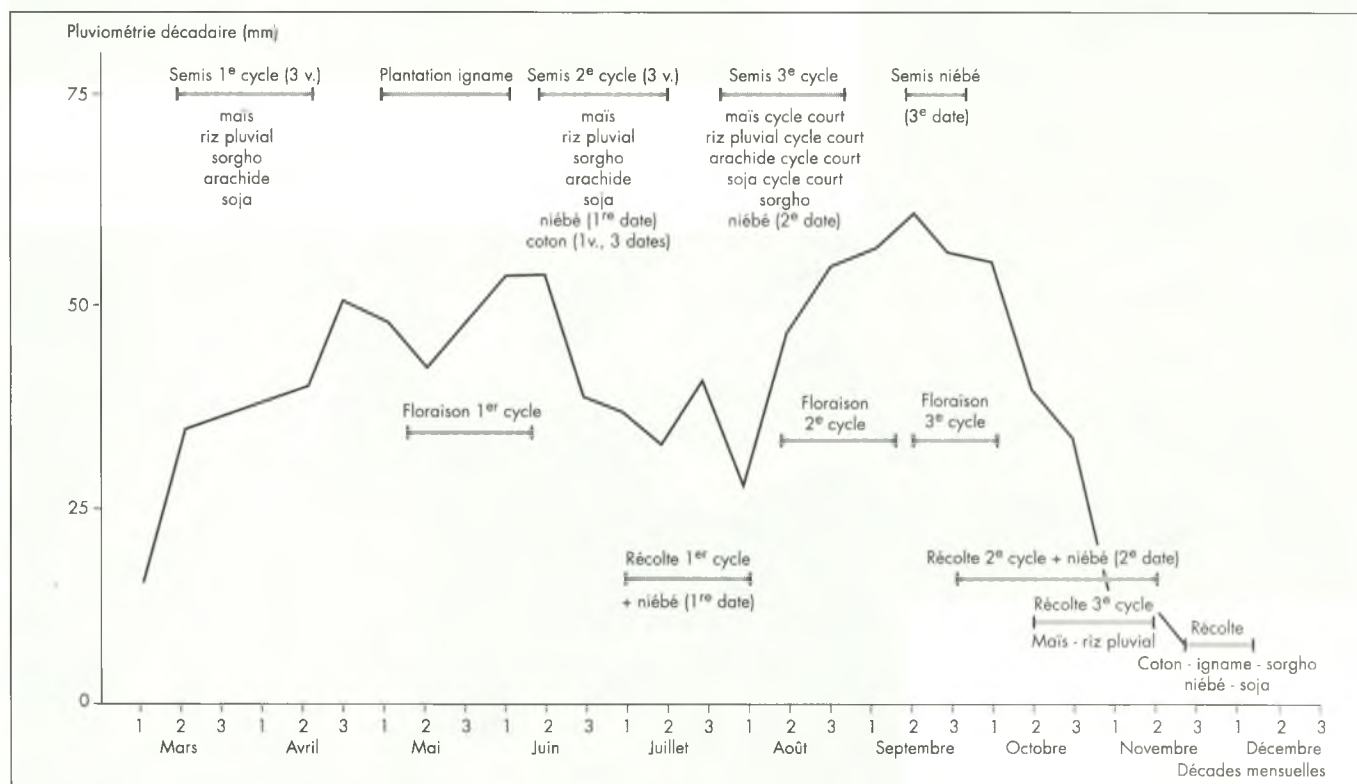


Figure III.8. Etalement des semis et choix de variétés (v.) à cycles différents pour pallier les écarts climatiques, en zone centre.

sement nécessaire à la restauration de la fertilité initiale.

Si la présence d'une couverture végétale permanente du sol offre de multiples avantages, elle peut aussi favoriser, du fait des conditions particulières qu'elle crée au niveau du sol, le développement d'insectes ou de champignons nuisibles : cela nécessite des traitements appropriés des semences dont la pellétisation est un exemple. L'utilisation de plantes de couverture doit également s'accompagner de leur protection contre les feux de brousse et la divagation des animaux. Cela suppose

une gestion intégrée des terroirs villageois, où la place de l'arbre (fruitiers, bois de chauffe, épineux...) et des aires de pâture pour les animaux soit judicieusement raisonnée : des propositions techniques ont été faites dans le dossier précédent (voir fiche technique n° 1).

Des espèces comme *Pueraria phaseoloides* et *Stylosanthes guianensis* sont très appréciées par les animaux ; installées pendant plusieurs années, elles peuvent être pâturées modérément chaque année, à l'exception de l'année précédant la mise en culture. Des graminées fourragères (genres

Brachiaria, *Cynodon*...) ont été semées en 1997 sur les dispositifs du nord et du centre pour élargir la gamme des solutions proposées dans ce domaine.

Les premières démonstrations sur l'utilisation de *Pueraria* ont commencé sur dix hectares en 1996, chez quarante agriculteurs encadrés par les services de vulgarisation dans les deux zones. Il est encourageant de voir le soin apporté par ces paysans à l'installation de la plante de couverture et à sa protection, même en saison sèche. Quatre cents autres agriculteurs se sont depuis portés volontaires.

Gros plan sur un poquet de maïs semé dans un épais mulch de *Pueraria*, qui assure une protection totale contre l'enherbement. Brobo.



Niébé sur mulch de *Pueraria*. Brobo.

Epaisseur du mulch de *Pueraria* en fin de saison sèche.



Semis direct sur couverture morte ou vive de *Pueraria* *phaseoloides*

Pueraria phaseoloides est une légumineuse vivace volubile, introduite en Côte d'Ivoire dans les plantations d'hévéa et de palmier à huile. Ses organes de réserve lui permettent de supporter la saison sèche sur tout le territoire ivoirien.

Le développement de *Pueraria*, dont les graines sont petites (13 g pour 1 000 grains), est lent les premières semaines après le semis. Passée cette période, la masse végétale augmente rapidement et domine totalement la flore adventice.

Sa fructification n'a lieu véritablement qu'à partir de la deuxième année (très peu de graines en première année). La dormance des graines récoltées est levée à 98 % par un trempage à l'acide sulfurique concentré pendant 20 minutes (un tiers de volume d'acide pour 2 volumes de semences). Une fois rincées à l'eau, séchées et vannées, les semences peuvent être conservées en l'état plusieurs semaines, voire plusieurs mois au froid. Le trempage à l'eau froide pendant une nuit juste avant le semis ne permet la levée que de 1 % des graines et celui à l'eau chaude (70 °C) de 20 %.

En fin de saison sèche, après une année de végétation, *Pueraria* laisse sur le sol un tapis épais de feuilles mortes. Dans de bonnes conditions,

ce mulch peut atteindre 15 à 20 t/ha de matière sèche ; il inhibe la levée de la plupart des adventices : effets d'ombrage et d'allélopathie, même sur *Striga hermonthica*, mais il ne nuit pas, contrairement à d'autres légumineuses (tableau III.1), au développement des plantes cultivées en Côte d'Ivoire.

Cette légumineuse pousse mal sur les sols très pauvres, carencés en phosphore, calcium, magnésium et oligo-éléments. L'ombrage limite sa croissance.

Les systèmes de culture avec *Pueraria*

Pour profiter des multiples effets d'une couverture permanente des sols, les systèmes sont fondés sur l'alternance entre des phases de culture, qui ne dépassent pas un an, et des phases de *Pueraria* dont la durée n'est pas limitée. Le sol est alors toujours couvert par *Pueraria* en végétation ou par son mulch durant la période de culture.

Au nord (Tcholélévogo) et au centre (Brobo) de la zone des savanes de Côte d'Ivoire, les systèmes suivants peuvent être envisagés :



- en zone nord, maïs + *Pueraria* en culture dérobée - *Pueraria* un an au moins - culture un an - *Pueraria* un an au moins - culture un an... ;
- en zone centre, igname sur défriche - maïs + *Pueraria* en dérobée - *Pueraria* un an ou plus - culture un an - *Pueraria* un an au moins...

Maïs et *Pueraria* associés doivent être semés le plus tôt possible en mars en zone centre et début mai en zone nord. Dans ce dernier cas, *Pueraria*

et amorti dès la première année avec la production du maïs. Si le labour est effectué superficiellement en culture attelée, il faut laisser *Pueraria* en place au moins les deux années suivantes pour que son système racinaire et la macrofaune induite restructurent les horizons compactés.

Dans les zones d'élevage, *Pueraria*, très apprécié par les animaux, peut être laissé plusieurs années et pâturé modérément. La charge dépend de la période : une charge trop forte en fin de saison des pluies (à partir de septembre en zone nord) peut détruire le couvert. Un premier passage est possible en juin, puis un plus rapide en août. En revanche, la dernière année précédant la mise en culture, la parcelle est mise en défens pour produire la masse végétale destinée au mulch.

L'installation de *Pueraria*

Une première option, peu intéressante financièrement, est de réserver une parcelle pendant une campagne à la seule installation de *Pueraria*, pour une mise en culture dès la deuxième année. Le semis est effectué à la volée (15 kg/ha) dès les premières pluies après le travail du sol ; les semences doivent être légèrement enfouies manuellement ou avec une herse. S'il y a des risques d'envahissement par la flore adventice, un traitement de pré-levée avec de l'oxadiazon (750 g/ha) est utile.

Pour ne pas immobiliser une surface productive, la solution est de l'installer en dérobée dans une culture à faible peuplement, comme le maïs. Le plus simple est alors de semer *Pueraria* à la volée (15 kg/ha) juste avant le sarclage manuel, ce qui permet d'enfouir les semences. Sous une culture, *Pueraria* se développe peu tant que l'ombrage est important ; il doit être laissé en place l'année suivante. Les cultures ne peuvent alors être installées qu'à partir de la troisième année.



Etat du mulch de *Pueraria* après roulage et traitement herbicide. La parcelle est prête pour le semis des cultures.

commence sa croissance à la mi-juin jusqu'en novembre : ces six mois sont suffisants pour produire des organes souterrains suffisants pour survivre en saison sèche.

Sur les sols pauvres, sables gris de la zone centre, et sur les sols acides, sols argilo-sableux du nord, un apport de 1 500 kg/ha de phosphate tricalcique est nécessaire en première année, avant la confection des buttes d'ignames en zone centre et avant le labour pour l'installation de l'association maïs et *Pueraria* en zone nord.

Sur les sols compactés de la zone nord — ce qui n'est jamais le cas sur défriche en zone centre — un travail du sol profond en culture motorisée (charrue à soc, chisel) est un investissement rentable (de l'ordre de 30 000 à 40 000 FCFA par hectare)

Une autre option, intéressante en culture attelée, consiste à semer *Pueraria* et maïs simultanément (herbage après semis à la volée du *Pueraria* et semis du maïs). Si besoin, le développement de *Pueraria* est contrôlé avec du 2,4-D sel d'amine (360 g/ha, 35 jours après semis). Cet itinéraire est vulgarisable si la flore adventice est inexistante, sur défriche par exemple.

La reprise de *Pueraria* pour la mise en culture

Au moment des semis des cultures, *Pueraria* forme une végétation épaisse constituée d'un tapis de feuilles mortes et d'organes vivants qui se sont développés aux premières pluies. Un rabattage est nécessaire et il permet de diviser par deux la dose d'herbicide à appliquer pour son contrôle. Ce rabattage peut se faire grossièrement à la machette ou avec un petit rouleau de type Landais tracté par des animaux (bœufs, ânes).

Le traitement herbicide a lieu environ une semaine après rabattage, dès que la végétation commence à se relever. *Pueraria* peut être géré en couverture morte (mulch) ou vive.

Mulch de *Pueraria*

En mulch, *Pueraria* est totalement détruit par le traitement herbicide. Plusieurs itinéraires sont vulgarisables pour des coûts relativement faibles, entre 7 000 et 17 000 FCFA/ha :

- des herbicides foliaires (pour toutes les cultures avant installation), triclopyr (240 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) ou fluroxypyr (100 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) ;

- des combinaisons d'herbicides à action foliaire et action racinaire, diuron (800 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) pour l'igname, le manioc et le coton ; atrazine (2 000 g/ha) sur le maïs.

Pour les cultures concernées, ces itinéraires sont intéressants ; ils sont bon marché et permettent de contrôler les adventices que le mulch laisse passer (*Euphorbia heterophylla*, *Rottboellia exaltata*). Dans les autres cas, s'il y a envahissement, ces adventices doivent être éliminées avant le semis de la culture avec les herbicides appropriés¹.

Couverture vive de *Pueraria*

En couverture vive, *Pueraria* n'est pas tué, mais son développement est maîtrisé par des herbicides avant et, si nécessaire, pendant les premières semaines après le semis des cultures, jusqu'à ce que la végétation forme un ombrage suffisant (tableau 1).

La gestion des cultures en semis direct sur couverture de *Pueraria*

La mise en place des cultures

Elle a lieu 15 jours à trois semaines après le traitement herbicide, quand le mulch s'est suffisamment tassé — le tassement par la pluie est suffisant. Les semis sont effectués en poquets ; seul l'emplacement des poquets est travaillé.



Parcelle de comportement de *Pueraria* (2^e année) sur sol argilo-sableux très compacté. Tcholélevogo.

1. En zone centre, une autre solution consiste à semer *Mucuna* à forte densité (150 à 200 kg/ha de semences) dès le mois de mars (première saison des pluies). Après trois mois, *Mucuna* forme une épaisse végétation qui étouffe toutes les adventices. Le semis des cultures de deuxième cycle est possible dans le mulch laissé par *Mucuna* après sa destruction.

Tableau 1. En couverture vive, le développement de *Pueraria* est contrôlé, sans être détruit, par des herbicides. Le choix entre les itinéraires proposés dépend du prix des produits à un moment donné. Les produits à action racinaire sont en général moins chers.

Contrôle du *Pueraria* après rabattage

- triclopyr (120 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha)

Ce sont deux herbicides foliaires qui n'ont donc aucune action sur la culture à venir : ils ne servent qu'à contrôler ou à détruire *Pueraria*. Ils peuvent de ce fait être utilisés pour l'installation de n'importe quelle culture sur mulch de *Pueraria*.

- diuron (400 g/ha) + 2,4-D sel d'amine (720 g/ha) pour l'igname, le manioc, le coton et le maïs
- atrazine (1 250 g/ha) pour le maïs

Ces deux herbicides sont sélectifs de certaines cultures ; les deux ont une action racinaire, l'atrazine a également une action foliaire.

Contrôle de *Pueraria* en végétation

- 2,4-D sel d'amine (360 g/ha) sur céréales
- 2,4-MCPB (400 g/ha) sur les légumineuses
- paraquat (200 g/ha) en jet dirigé sur coton, maïs, manioc, igname tuteuré
- atrazine (250 g/ha) sur maïs

Pour le semis des céréales et les plantations de manioc, une simple ouverture du mulch à la petite daba est suffisante. L'utilisation de la roue semeuse brésilienne, munie de six doigts qui s'ouvrent une fois dans le sol, assure aussi une excellente levée des céréales.

Pour les légumineuses, le mulch doit être davantage dégagé (trou de 5 cm de diamètre) pour éviter des problèmes de levée des plantules.

Les semenceaux d'igname sont placés quelques centimètres sous la surface du sol, ce qui suppose un trou d'environ 15 cm de profondeur (mulch + sol). Le peuplement conseillé est de 10 000 semenceaux par hectare (1 m x 1 m).

La pellétisation des semences

La pellétisation des semences est une technique simple qui procure une excellente protection des cultures contre les insectes et surtout les maladies fongiques de début de cycle (en particulier pour les légumineuses), fréquentes en semis direct sur mulch, ainsi qu'un gain de productivité très intéressant sur le plan économique puisque les apports minéraux en cours de culture peuvent être diminués. Le coût est de l'ordre de 10 000 FCFA/ha.

La pellétisation consiste en un enrobage de la graine avec de la gomme arabique utilisée comme adhésif et les éléments suivants :

- phosphate tricalcique (P, Ca, Mg...) et oligo-éléments ;
- insecticide systémique imidaclopride ;
- combinaison de deux fongicides : thiabendazole et thiram.

Dosage et technique ont été mis au point pour chaque culture à la station de Bouaké, ainsi que le décrit le mode d'emploi ci-après.

Mode d'emploi de la pellétisation

La quantité de mélange eau + gomme par kilo de semence est donnée au tableau 2. Il faut d'abord chauffer un certain volume d'eau (à calculer en fonction du type de semence) jusqu'à ébullition. Ajouter la gomme arabique finement broyée à raison de 100 g/l d'eau. Remuer jusqu'à ce que le mélange soit homogène et laisser refroidir. Le mélange est ensuite versé lentement sur les semences en remuant continuellement. Ajouter enfin les différents produits à incorporer autour des semences, en commençant par les plus petites quantités : imidaclopride, thiabendazole, thiram ; puis oligo-éléments et, en dernier, phosphate tricalcique. Etaler, laisser sécher, mettre en sac. Les semences se conservent ainsi.



Champ de maïs envahi par *Striga hermontica*.

La fertilisation minérale

La fertilité du sol est soit bonne au départ, soit restaurée avant de passer aux techniques de semis direct sur couverture de *Pueraria*. La fertilisation minérale n'est alors justifiée que pour la recherche de rendements très élevés. Les éléments minéraux nécessaires à chaque culture peuvent être apportés à la carte en fonction de l'état de végétation, sous des formes rapidement assimilables et à des doses toujours modestes (moins de 45 kg/ha), à la volée, sur la ligne ou au pied.

La réinstallation du *Pueraria* dans les cultures

En couverture vive, *Pueraria* couvre rapidement le sol après la récolte des cultures et le système se pérennise sans intervention.

Il doit être ressemé s'il a été détruit par les herbicides avant l'installation des cultures. Le semis peut être effectué à la volée ; les petites graines de *Pueraria* se retrouvent sous le mulch et la germination est excellente ; il n'a pas d'effet allélopathique négatif sur lui-même.

Pueraria est semé 25 jours après les céréales et les légumineuses — l'espacement minimal entre les lignes de légumineuses doit être de 50 cm —, 45 jours après le cotonnier. Son développement est lent au départ et limité par la suite par manque de lumière. Il suffit que les organes de réserve soient suffisamment formés avant l'arrivée de la saison sèche pour assurer la pérennité du système. Aux premières pluies de l'année suivante, *Pueraria* se développe rapidement et domine totalement la flore adventice.

En zone centre, où la saison des pluies s'étale sur une longue période, d'autres itinéraires sont possibles

Tableau 2. Quantités (g) d'éléments pour la pellétisation d'un kilo de semence.

	Gomme arabique	Eau	Phosphate tricalcique	Nutrasof (oligo-éléments)	imidaclopride	thiabendazole	thiram
Maïs	9	91	180	20	7	1	0,3
Riz	11	110	180	20	3	1	0,3
Soja	7	73	180	20	3	1	0,3
Arachide	7	73	180	20	3	1	0,3
Coton non délinté*	45	455	180	20	3,6	1	0,3
Niébé	7	73	180	20	3	1	0,3
Sorgho	9	91	180	20	3	1	0,3

* Les quantités d'eau et de gomme arabique dépendent du taux de fibres autour de la graine.

Les résultats de la pellétisation des semences

La pellétisation des semences permet de lever des contraintes spécifiques des techniques de semis direct sur mulch, en particulier les insectes et les maladies fongiques de début de cycle. L'effet combiné de l'enrobage avec du phosphate tricalcique, des oligo-éléments et d'une protection contre les insectes et les maladies fongiques, procure les augmentations de rendement suivantes par rapport au témoin sans intrant (figure III.7 et tableaux III.6, III. 9 du dossier intitulé « Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture ») :

- 40 % pour le coton et l'arachide, 10 à 20 % pour le maïs, le soja et le niébé en zone centre ;
- 116 % pour le riz et 20 % pour le coton sur les sols argilo-sableux en zone nord.

L'apport minéral à la semence a aussi un effet très net sur la végétation de toute les cultures en début de cycle. L'imidaclopride protège efficacement les cultures durant les 60 premiers jours de végétation, même contre les termites, qui font des dégâts surtout dans le riz pluvial en zone nord. La combinaison des matières actives fongicides thiabendazole et thiram assure une bonne protection, en particulier des légumineuses, en limitant fortement les pourritures au niveau des graines et du collet.

La pellétisation, associée à des apports minéraux relativement faibles en cours de végétation sur les céréales et le cotonnier, permet d'atteindre, dans de bonnes conditions, des rendements très élevés : 4,5 t/ha en maïs, 3,6 en sorgho, 2,5 en coton, 1 en arachide et 1,25 en niébé, comme cela a été le cas en zone centre en 1996.

pour installer *Pueraria* dans les légumineuses :

- un mois avant la récolte du soja et du niébé, à la chute des premières feuilles ;
- juste avant l'arrachage de l'arachide, ce qui permet d'enfouir les semences.

Pour l'igname et le manioc, le semis de *Pueraria* doit être effectué à la fin de la petite saison sèche, à la mi-août. Il est conseillé de tuteurer l'igname afin d'éviter la compétition de ces deux espèces volubiles. Les tuteurs peuvent être constitués de plantes comme le sorgho de type *guinea* — à cycle long et photosensible (fructification tardive).

La gestion des unités de paysage dans les systèmes avec *Pueraria*

Les soles de *Pueraria* et de cultures peuvent être alternées le long du glaucis et séparées par des espèces pérennes installées perpendiculairement à la pente. Cette gestion de l'espace et des sols permet un contrôle total de l'érosion et ne demande plus la présence de cordons antiérosifs.

Il est en revanche impératif de clôturer les unités par des haies vives (*Ziziphus mucronata*) et de les protéger contre les feux de brousse (plantation d'anacardiés et de *Gmelina arborea*).



Test de techniques pour contrôler *Pueraria* avec et sans roulage et différentes matières actives herbicides. Tcholélevogo.

Bibliographie générale

- BEAUDOU A.-G., SAYOL R., 1980. Etude pédologique de la région de Korhogo - Boundiali. Orstom, Bondy, France, n° 84, 47 p.
- BIGOT Y., 1979. L'introduction de la culture attelée en pays Sénoufo. Orstom, Bondy, France, collection Mémoires n° 89, p. 529 - 536.
- CASTA P., CHOPART J.-L., JANEAU J.-L., VALENTIN C., 1989. Mesure de ruissellement sur un sol gravillonnaire de Côte d'Ivoire après six ans de culture continue avec et sans labour. *L'Agronomie Tropicale* 44 (4) : 255-262.
- CESAR J., COULIBALY Z., 1993. Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le nord de la Côte d'Ivoire. Chapitre d'ouvrage. Orstom, Bondy, France, p. 415-434.
- CHARPENTIER H., 1989, 1990, 1991, 1992, 1993. Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire. Rapports analytiques de campagne. Collection note technique, Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- CHARPENTIER H., 1995. Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire. Synthèse. Cirad-ca, Montpellier, France, 142 p.
- CHOPART J.-L., 1995. Etat physique du sol de parcelles paysannes du nord de la Côte d'Ivoire après cinq ans de culture continue sous différents modes de gestion du sol. Rapport. Cirad-ca, Montpellier, France, 27 p.
- DEAT M., 1995. Etude du redressement de la fertilité sur les terres à vocation cotonnière présentant des carences en éléments majeurs. Coton et fibres tropicales 30 (2) : 245-262.
- DOUMBIA S., 1988. Stratégie de fonctionnement des exploitations agricoles en région centre de Côte d'Ivoire. Note technique 46/syst., Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire, 50 p.
- DOUMBIA S., CHARPENTIER H., 1997. Stabilisation des systèmes de culture aux abords des forêts classées : l'expérience du point d'étude système de Brobo. Rapport de campagne 1997. Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire, 17 p.
- GIGOU J., 1986. La fertilisation des cultures vivrières en Côte d'Ivoire. Communication au colloque « International Conference on the Management and Fertilization of Upland Soil in the tropics and subtropics », 7-11 septembre 1986, Nanjing (CHN). Cirad-ca, Montpellier, France.
- GIGOU J., 1987. L'importance de la carence en phosphore pour les cultures annuelles en Côte d'Ivoire. *L'Agronomie tropicale* 42 (1) : 20-28.
- LAL R., 1976. No tillage effects on soil properties under different crops in western Nigeria. *Soil Science Society of America Proceedings* 40 : 762-768.
- LE BOURGEOIS, 1993. Les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun (Afrique). Amplitude d'habitat et degré d'infestation. Cycle de développement. Thèse de doctorat, Ustl, Montpellier, France, 241 p.
- LE ROY X., 1977. Agriculture vivrière et culture de rapport. La juxtaposition de deux types de production dans un village Senoufo du nord de la Côte d'Ivoire. Mémoire, Ustl, Montpellier, France, 163 p.
- LE ROY X., 1992. Evolution des systèmes agraires de deux communautés Senoufo du département de Boundiali dans le nord de la Côte d'Ivoire. Orstom, Bondy, France, 26 p.
- MICHELLON R., PERRET S., 1996. Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les hauts de la Réunion. In actes du symposium international sur la recherche-système en agriculture et développement rural, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994, SEBILLOTTE M. (éditeur), communications 1 008 p. + supplément 48 p., conférences et débats 476 p. Cirad-sar, Montpellier, France, p. 507-508.
- SEGUY L., BOUZINAC S., TRENTINI A., CORTES N. A., 1996. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. I - La méthode de création-diffusion agricole. II - La gestion de la fertilité par le système de culture. III - Le semis direct, un mode de gestion agrobiologique des sols. *Agriculture et développement* 12 : 2-61. (Version anglaise : Brazilian frontice agriculture. Special issue, november 1999).
- SEGUY L., BOUZINAC S., E. MAEDA, N. MAEDA, 1998. Brésil : semis direct du cotonnier en grande culture motorisée. *Agriculture et développement* 17 : 3-23.
- SEMENT G., 1983. La fertilité des systèmes culturaux à base de cotonnier en Côte d'Ivoire. Neuf années d'expérimentation et d'observations multilocales (1973-1982). *Coton et fibres tropicales* 4, 40 p.
- THURIET T., 1992. Note sur la rentabilité des systèmes de culture pluviale motorisés en région centre de la Côte d'Ivoire. Minagra, Cidv, Adarc, Bouaké, Côte d'Ivoire, 31 p.
- TOURE Y., KOUASSI N. A., ZANA O., COULIBALY Z., CHARPENTIER H., 1998. Rapport d'exécution technique, projet agronomie, campagne 1997-1998. Idessa, Cidv, Bouaké, Côte d'Ivoire, 25 p.
- VALENTIN C., JANEAU J.-L., 1990. Les risques de dégradation structurale de la surface des sols en savane humide de Côte d'Ivoire. *Cahiers Orstom* 25 (1-2) : 41-52.



Résumé...Abstract...Resumen

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA
— Fixation de l'agriculture au nord et au centre de la Côte d'Ivoire : quels nouveaux systèmes de culture ?

Introduction : le cotonnier, des aspects économiques aux techniques culturales.

Gestion de terroir et techniques culturales : des solutions simples et durables pour la filière cotonnière.

Nord et centre de la Côte d'Ivoire : jachère améliorée, semis direct et plantes de couverture.

Ce document synthétise les acquis de dix ans de recherche-développement dans deux dispositifs expérimentaux de plusieurs dizaines d'hectares, au nord et au centre de Côte d'Ivoire. La filière cotonnière est l'atout économique du nord, soutenue par un réseau de développement puissant. Mais l'emploi d'itinéraires techniques intensifs ne se traduit pas par des rendements croissants : 0,8 à 1,5 t/ha de coton graine, ce qui est loin des prévisions. La recherche et le développement prennent conscience des contraintes de la vulgarisation de masse ; le dispositif construit au nord a pour objectif de hiérarchiser les facteurs limitants de la production et d'apporter des solutions rentables pour les paysans, moins onéreuses et moins intensives. Une fiche technique est mise au point pour l'aménagement des terroirs (haies vives, courbes de niveau...). Les premières propositions, relatives à une agriculture classique (culture continue avec intrants), montrent certaines limites quant au maintien à long terme de la fertilité des sols. De nouveaux systèmes, fondés sur le semis direct des cultures dans une couverture végétale permanente, ont été testés. Une expérimentation les comparant avec des itinéraires classiques a été installée au nord et au centre — région de savane arbustive et d'agriculture itinérante, peu propice à la culture continue à cause de conditions climatiques aléatoires. Une fiche technique sur le semis direct dans une couverture de *Pueraria phaseoloides* a été élaborée. Les résultats obtenus apparaissent positifs aussi bien pour la rentabilité des exploitations que pour le maintien ou la restauration de la fertilité.

Mots-clés : rotation, zéro labour, calendrier cultural, semis direct, marge nette, valorisation du travail, maïs, cotonnier, sorgho, soja, niébé, igname, *Pueraria phaseoloides*, haie vive, aménagement, sol gravillonnaire, sol argilo-sableux, sable gris, Côte d'Ivoire.

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA
— Stabilizing agriculture in northern and central Côte d'Ivoire: what are the new farming systems?

Introduction: Cotton, from economic aspects to crop techniques.

Land management and crop techniques: simple, sustainable solutions for the cotton subsector.

Northern and central Côte d'Ivoire: improved fallow, direct seeding and cover plants.

This document summarizes the results obtained from ten years of research and development work on two experimental structures covering several dozen hectares in northern and central Côte d'Ivoire. The cotton subsector is the North's main economic asset, and is supported by a powerful development network. However, intensive crop management has failed to ensure increased yields: 0.8 to 1.5 t/ha of seed cotton, which is well below forecasts. Research and development are becoming increasingly aware of the constraints relating to mass extension: the structure set up in the North set out to rank the factors limiting production and provide smallholders with profitable, less costly and less intensive solutions. A technical advice note on land development has been produced (live hedges, contour lines, etc.). The first proposals, which concerned conventional agriculture (continuous cropping with inputs) have certain limitations in terms of maintaining long-term soil fertility. New systems based on direct seeding on a permanent plant cover have been tested. A trial has been set up in the North and centre of the country — a scrubby savannah region with shifting agriculture that is largely unsuitable for continuous cropping due to its variable climate-to compare them with conventional systems. A technical advice note on direct seeding on a *Pueraria phaseoloides* cover has been produced. The results obtained look promising in terms of both farm profitability and soil fertility maintenance or restoration.

Keywords: rotation, no-tillage, cropping calendar, direct seeding, nett margin, labour cost-effectiveness, maize, cotton, sorghum, soybean, cowpea, yam, *Pueraria phaseoloides*, live hedge, development, gravel soil, sandy clay soil, grey sand, Côte d'Ivoire.

H. CHARPENTIER, S. DOUMBIA, Z. COULIBALY, O. ZANA
— Fijación de la agricultura en el norte y en el centro de Costa de Marfil: ¿cuales nuevos sistemas de cultivo?

Introducción: el algodón, desde los aspectos económicos hasta las técnicas de cultivo.

Gestión del terruño y técnicas de cultivo: soluciones sencillas y sustentables para el sector algodón.

Norte y centro de Costa de Marfil: barbecho mejorado, siembra directa y plantas de cobertura.

Este documento sintetiza los conocimientos de los diez años de investigación-desarrollo sobre dos dispositivos experimentales de varias decenas de hectáreas, en el norte y en el centro de Costa de Marfil. El sector algodón es un triunfo económico del norte, sostenido por una potente red de desarrollo. Pero el empleo de itinerarios intensivos no se manifiesta por rendimientos crecientes: 0,8 a 1,5 t/ha de algodón semilla, lo que dista mucho de lo previsto. La investigación y el desarrollo se dan cuenta de los limitantes de la divulgación de masa; el dispositivo construido al norte tiene por objetivo jerarquizar los factores limitantes de la producción y traer soluciones rentables para los campesinos, menos costosas y menos intensivas. Se pone a punto una ficha técnica para el asentamiento de los terruños (setos vivos, curvas de niveles...). Las primeras propuestas, relativas a una agricultura clásica (cultivo continuo con insumos), muestran ciertos límites en cuanto al mantenimiento a largo plazo de la fertilidad de los suelos. Se sometieron a prueba nuevos sistemas teniendo como base la siembra directa de los cultivos en una cobertura vegetal permanente. Se instaló un experimento comparándolos con itinerarios clásicos en el norte y en el centro — región de sabana arbustiva y de agricultura itinerante, poco propicia para el cultivo continuo debido a condiciones climáticas aleatorias. Se elaboró una ficha técnica sobre la siembra directa en una cobertura de *Pueraria phaseoloides*. Los resultados logrados parecen positivos tanto para la rentabilidad de las explotaciones como para el mantenimiento o la restauración de la fertilidad.

Palabras-claves: rotación, cero labranza, calendario de cultivo, siembra directa, margen neto, valorización del trabajo, maíz, algodón, sorgo, soja, niébe, ñame, *Pueraria phaseoloides*, seto vivo, asentamiento, suelo de gravillas, suelo arcillo-arenoso, arena gris, Costa de Marfil.